

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 5(65)2019

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

Учредитель: Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Аграрный научный центр «Донской»

The founder: Federal State Budgetary Scientific
Institution "Agricultural Research Center
"Donskoy"

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Алабушев А. В. – председатель, д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Ионова Е. В. – главный редактор, д-р с.-х. н.;

Донцова А. А. – ответственный секретарь, к. с.-х. н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Баталова Г. А., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – д-р с.-х. н., академик РАН;

Беспалова Л. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Вислобокова Л. Н., филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Тамбовской области – к. с.-х. н.;

Гончаренко А. А., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Зезин Н. Н., Уральский НИИСХ – д-р с.-х. н.;

Лукомец В. М., ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Медведев А. М., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» – д-р с.-х. н., чл.-корр. РАН;

Долженко В. И., ФГБНУ «ВНИИЗР» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Артохин К. С., НКЦ Ростовский филиал ООО «Агролига» – д-р с.-х. н.;

Волкова Г. В., ФГБНУ «ВНИИБЗР» – д-р биол. н.;

Подколзин А. И., ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» – д-р биол. н., профессор;

Назаренко О. Г., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» – д-р биол. н., профессор;

Романенко А. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Сандухадзе Б. И., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» – д-р с.-х. н., академик РАН;

Сотченко В. С., ВНИИ кукурузы – д-р с.-х. н., академик РАН;

Храмцов И. Ф., ФГБНУ «Омский АНЦ» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Шевченко С. Н., Самарский НИИСХ – д-р с.-х. н., чл.-корр. РАН;

Ле Зунь Хай, Агрогенетический институт (г. Ханой, Вьетнам);

Халил Сурек, Тракийский аграрный НИИ (г. Эдирне, Турция) – д-р н.;

Юсупов Г. Ю., Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана – к. с.-х. н.

Давлетов Ф. А., Башкирский НИИСХ ФГБНУ УФИЦ РАН – д. с.-х. н.

EDITORIAL COUNCIL:

Alabushev A.V. – chairman of editorial council, Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Ionova E.V. – chief editor, Dr. Sci. (Agriculture);

Dontsova A.A. – executive secretary, Cand. Sci. (Agriculture)

EDITORIAL BOARD:

Batalova G.A., Federal Agricultural Research Center of the East named N.V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS;

Bespalova L.A., 'P.P. Lukiyenko National Center of Grain' – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Vislobokova L.N., Tambov branch of the "Russian Agricultural Center" – Cand. Sci. (Agriculture);

Gontcharenko A.A., Federal Research Center 'Nemchinovka' – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Zezin N.N., Uralsky Research Institute of Agriculture - Dr. Sci. (Agriculture);

Lukomets V.M., Federal Scientific Center "V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops" - Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Medvedev A.M., Federal Research Center 'Nemchinovka' – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS;

Dolzenko V.I., All-Russian Research Institute of Plant Protection – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Artokhin K.S., Rostov Limited Liability Company 'Agroliga' – Dr. Sci. (Agriculture);

Volkova G.V., All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection – Dr. Sci. (Biology);

Podkolzin A.I., Stavropolsky State Agricultural University – Dr. Sci. (Biology), professor;

Nazarenko O.G., State Center of Agrochemical Service 'Rostovsky' – Dr. Sci. (Biology), professor;

Romanenko A.A., 'P.P. Lukiyenko National Center of Grain' – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Sandukhadze B.I., Federal Research Center 'Nemchinovka' – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS;

Sotchenko V.S., All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS;

Khrantsov I.F., Omsk Agrarian Scientific Center – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Shevchenko S.N., Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS;

Le Zun Hai, Agrogenetic Institute (Hanoi, Vietnam);

Khalil Surek, Trakia Agricultural Research Institute (Edirne, Turkey) – PhD;

Yusupov G.Yu., Ministry of Agriculture and Water Management of Turkmenistan – Cand. Sci. (Agriculture);

Davletov F.A., Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture)

Свидетельство ПИ № ФС 77-38503 от 18 декабря 2009 г. Зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,464 (2018). Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ). Журнал входит в международную базу данных DOAJ.

Перевод на английский язык – Скуйбеда О. Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать

Дата выхода 28.10.2019. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 10/23109.

Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Плескачев Ю. Н., Бугреев Н. А., Черноморов Г. В., Скороходов Е. А., Шарапова Е. А. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы в условиях Нижнего Поволжья **3**

Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Испытание вьетнамских образцов риса в условиях Ростовской области **7**

Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Влияние увлажнения в период вегетации на урожай районированных сортов ярового ячменя в засушливой центральной зоне Республики Калмыкия **14**

Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы **18**

Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В., Кирьякова М. Н. Стекловидность зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири **24**

Васильченко С. А., Метлина Г. В., Ашиев А. Р., Лактионов Ю. В. Влияние применения агрохимикатов как элементов технологии возделывания на продуктивность гороха в южной зоне Ростовской области **29**

Лиховидова В. А., Казакова А. С., Самофалова Н. Е. Влияние водного и температурного стрессов на всхожесть семян озимой твердой пшеницы, полученных в контрастные по погодным условиям годы **34**

Попов А. С. Основная обработка почвы озимой твердой пшеницы **40**

Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Кравченко Н. С. Оценка исходного материала сои по качеству зерна на гомеостатичность **45**

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Игнатьев С. А., Регидин А. А. Оценка хозяйственно-биологических признаков коллекционных образцов люцерны в условиях Ростовской области **50**

Збраилова Л. П., Картамышева Е. В., Лучкина Т. Н., Бушнев А. С. Оценка и отбор исходного материала кориандра для создания новых сортов зоны недостаточного увлажнения Ростовской области **55**

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Влияние систем защиты на фитосанитарное состояние посевов и урожайность ярового ячменя сорта Яромир в условиях Рязанской области **62**

Мышастая А. Ю., Вожжова Н. Н., Марченко Д. М., Ионина Е. В. Скрининг образцов озимой мягкой пшеницы на наличие гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a* **68**

Зеленева Ю. В., Афанасенко О. С., Студникова В. П. Влияние возделываемых сортов пшеницы на частоту встречаемости видов возбудителей септориоза **71**

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

Pleskachev Yu. N., Bugreev N. A., Chernomorov G. V., Skorokhodov E. A., Sharapova E. A. Winter wheat productivity in dependence on the methods of primary tillage in the Nizhnee Povolzhie **3**

Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksekov A. V. The testing of the Vietnamese rice samples in the Rostov region **7**

Goldvarg B. A., Boktaev M. V., Filippov E. G., Dontsova A. A. The effect of precipitations in a vegetation period on productivity of the zoned spring barley varieties in the arid central zone of the Republic of Kalmykia **14**

Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. The meteorological factors' part in winter durum wheat productivity formation **18**

Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V., Kiriakova M. N. Hardness of spring durum wheat kernels in the West Siberia **24**

Vasilchenko S. A., Metlina G. V., Ashiev A. R., Laktionov Yu. V. The impact of agrochemicals as the elements of cultivation technologies of productive peas in the south of the Rostov region **29**

Likhovidova V. A., Kazakova A. S., Samofalova N. E. The impact of water and temperature stresses on germinating ability of winter durum wheat seeds yielded in the years with various weather conditions **34**

Popov A. S. Primary tillage for winter durum wheat **40**

Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V., Kravchenko N. S. The estimation of soybean initial material according to grain quality on homeostasis **45**

PLANT-BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

Ignatiev S. A., Regidin A. A. Estimation of economic and biological traits of alfalfa collection samples in the Rostov region **50**

Zbrailova L. P., Kartamysheva E. V., Luchkina T. N., Bushnev A. S. Estimation and selection of coriander initial material to develop new varieties for the insufficient humidity areas in the Rostov region **55**

PLANT PROTECTION

Venevtsev V. Z., Zakharova M. N., Rozhkova L. V. The impact of protection systems on phytosanitary condition of sowings and productivity of the spring barley variety "Yaromir" in the Ryazan region **62**

Myshastaya A. Yu., Vozzhova N. N., Marchenko D. M., Ionova E. V. Screening of winter soft wheat samples on presence of brown rust resistance gene *Lr17a* **68**

Zeleneva Yu. V., Afanasenko O. S., Studnikova V. P. The impact of the cultivated wheat varieties on frequency of septoriosis pathogen occurrence **71**

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Ю. Н. Плескачев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по науке ФНЦ агроэкологии РАН, ORCID ID: 0000-0001-5771-5021;

Н. А. Бугреев, аспирант, ORCID ID: 0000-0002-7168-488X;

Г. В. Черноморов, аспирант, ORCID ID: 0000-0003-2499-7338;

Е. А. Скороходов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства, переработки продуктов животноводства и товароведения, ORCID ID: 0000-0002-1688-8863;

Е. А. Шарапова, старший преподаватель кафедры земледелия и агрохимии, ORCID ID: 0000-0002-5836-0338
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,
400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26

В результате исследований установлена зависимость урожайности озимой пшеницы от способа основной обработки почвы. Выявлено преимущество глубокого чизельного рыхления на глубину 0,35–0,37 м перед отвальной обработкой плугом на глубину 0,20–0,22 м, мелкой дисковой обработкой на глубину 0,12–0,14 м и прямым посевом. Делянки с глубоким чизельным рыхлением имели лучшие показатели по сравнению с другими способами основной обработки почвы по плотности, порозности, влажности и, соответственно, урожайности озимой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, основная обработка почвы, вспашка, чизелевание, дисковая обработка, прямой посев.



WINTER WHEAT PRODUCTIVITY IN DEPENDENCE ON THE METHODS OF PRIMARY TILLAGE IN THE NIZHNEE POVOLZHIE

Yu. N. Pleskachev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, deputy director on Science in the FRC of agroecology of RAS, ORCID ID: 0000-0001-5771-5021;

N. A. Bugreev, post graduate, ORCID ID: 0000-0002-7168-488X;

G. V. Chernomorov, post graduate, ORCID ID: 0000-0003-2499-7338;

E. A. Skorokhodov, Candidate of Agricultural Sciences, professor associate of the department of technology of production, processing of animal products and commodity research, ORCID ID: 0000-0002-1688-8863;

E. A. Sharapova, senior lecturer of the department of agriculture and agrochemistry, ORCID ID: 0000-0002-5836-0338
Volgograd State Agricultural University,
400002, Volgograd, Universitetsky Pr., 26

The result of the study was an establishment of dependence of winter wheat productivity on a method of a primary tillage. There has been identified an advantage of deep chiseling on 0.35–0.37 m over moldboard plowing on 0.20–0.22 m, over disk tillage on 0.12–0.14 m and direct sowing. Plots with deep chiseling showed the best performance compared with other methods of primary tillage in density, porosity, humidity and, consequently, winter wheat productivity.

Keywords: winter wheat, productivity, primary tillage, plowing, chiseling, disk tillage, direct sowing.

Введение. Сохранение и повышение плодородия почв – одна из главных задач сельскохозяйственного производства (Алабушев и др., 2015; Алабушев и др., 2018). Вспашка почвы в современном земледелии не отвечает условиям энергосбережения, в связи с чем ее заменяют другими видами обработки почвы: дискованием, культивацией, чизелеванием и др. В результате не происходит рыхление почвы на всю глубину пахотного горизонта и наблюдается переуплотнение нижележащих слоев почвы, что нарушает воздушно-водный режим корнеобитаемого слоя культурных растений. Также ухудшаются условия жизнедеятельности почвообразующих микроорганизмов, происходит снижение плодородия почвы, возрастает засоренность и, как следствие, уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур (Фетюхин и др., 2018).

Проведение отвальной вспашки позволяет улучшать ее плодородие, способствует накоплению и сохранению запасов влаги, снижает засоренность полей. Главным недостатком отвальной технологии обработки почвы является нарушение структуры почвы, которое происходит в результате оборота и крошения пахотного слоя (Плескачев, 2005).

При безотвальной технологии структура почвы сохраняется, происходит накопление гумуса, предотвращаются эрозионные процессы. Однако в этом случае сложно вносить органические удобрения, а также высока вероятность засорения полей (Фетюхин и Баранов, 2019).

Если объединить эти две технологические операции в одну с условием соблюдения агротехнических требований, то появляется возможность добиться нового качественного результата, повышающего эффективность основной обработки почвы (Перфильев, 2014).

Снижения энергоемкости технологического процесса основной обработки почвы при условии соблюдения агротехнических требований (при одинаковой глубине обработки почвы) за счет сохранения структуры почвы, заделки растительных и пожнивных остатков в пахотный слой возможно достичь за счет комбинации отвальной и безотвальной обработок почвы (Некрасов и др., 2018).

В последние годы среди сельхозтоваропроизводителей увеличивается интерес к технологиям прямого посева (Магомедов и др., 2017).

Материалы и методы исследований. Изучение зависимости продуктивности и рентабельности производства озимой пшеницы от способов основной обработки почвы и были посвящены наши исследования, проводившиеся с 2015 по 2018 г. в подзонах светло-каштановых почв Волгоградской области и темно-каштановых почв Ростовской области.

Опыты в Обливском районе Ростовской области и Городищенском районе Волгоградской области имели следующие варианты:

1) отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,20–0,22 м (контроль);

2) чизельная обработка орудием Ранчо на глубину 0,35–0,37 м;

3) дисковая обработка БДТ-3 на глубину 0,12–0,14 м;

4) прямой посев сеялкой Дон-114.

Предшественник – черный пар.

Размер посевных делянок: длина – 50 м, ширина – 20 м, площадь – 1000 м². Учетных делянок: длина – 42 м, ширина – 12 м, площадь – 504 м².

Исследования проводили по общепринятой методике Б. А. Доспехова (1985). Повторность – трехкратная.

При уходных работах за черным паром делянки прямого посева обрабатывали гербицидом Раундап (2 л/га), делянки с классической основной обработкой – механическим способом культиватором КПГ-4.

В опытах определяли элементы структуры урожая, хозяйственную урожайность и экономическую эффективность. Определение структуры урожая проводили по общепринятой методике госсортоиспытания по каждому варианту опыта. Эти показатели позволили оценивать влияние изучаемых агроприемов на формирование элементов структуры, определяющих величину урожая.

В сухостепной зоне Нижнего Поволжья подзона светло-каштановых почв занимает большую территорию. По гранулометрическому составу в подзоне светло-каштановых почв основу составляют разновидности тяжелых и средних суглинков. Наблюдаются некоторое снижение илистой фракции верхнего слоя

с максимальным содержанием в нижней части и, наоборот, повышенное содержание песчаной фракции в верхнем горизонте.

Содержание гумуса на опытном участке ООО «Кирова» (Обливский район Ростовской области) составляло 2,24%, на опытном участке УНПЦ «Горная Поляна» (Городищенский район Волгоградской области) – 1,76%; pH – 7,2–7,4; гидролизующего азота – 6–10 соответственно; подвижного фосфора – 1–5 и обменного калия – 25–55 мг на 100 г почвы.

За 3 года агрометеорологических исследований самым неблагоприятным был 2016 г. ГТК периода вегетации озимой пшеницы в опытах ООО «Кирова» в 2016 г. составлял 0,35; в опытах УНПЦ «Горная Поляна» – 0,26. В 2017 г. – соответственно 0,48 и 0,34; в 2018 г. – 0,43 и 0,31.

На опытном участке ООО «Кирова» высевался сорт Тарасовская 70, на опытном участке УНПЦ «Горная Поляна» – сорт Ермак с нормой высева 4,5 млн шт. семян на гектар во второй декаде сентября, когда среднесуточная температура воздуха снижалась до 16–18 °С.

Чтобы не нарушать принципа единственного различия, органические удобрения в опыте не вносили, а из минеральных удобрений применяли суперфосфат при посеве в дозе 0,5 ц/га.

Результаты и их обсуждение. Полученные данные по плотности, порозности почвы установили преимущество глубокого чизельного рыхления на глубину 0,35–0,37 м перед отвальной обработкой плугом на глубину 0,20–0,22 м, мелкой дисковой обработкой на глубину 0,12–0,14 м и прямым посевом. Наиболее чистыми от сорной растительности были делянки с отвальной обработкой, то есть с оборотом пласта, что еще раз подтверждает значение данного агроприема как фитосанитарного средства в севообороте (Егорова, 2011).

Наибольшее количество продуктивных стеблей, число зерен в колосе, масса 1000 зерен, масса зерна в колосе и, соответственно, биологическая урожайность сформированы на тех делянках, на которых создавались самые оптимальные условия (Некрасов и др., 2018).

1. Элементы структуры урожая озимой пшеницы (среднее за 2016–2018 гг.), опыт ООО «Кирова»

1. Elements of yield structure of winter wheat (on average in 2016–2018), experience of LLC «Kirov»

Способы основной обработки почвы	Кол-во продуктивных стеблей на 1 м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна в колосе, г	Биологическая урожайность, т/га
Отвальная на глубину 0,20–0,22 м (контроль)	325	34,0	37,2	1,26	4,12
Чизельная на глубину 0,35–0,37 м	332	36,2	37,6	1,36	4,51
Дисковая на глубину 0,12–0,14 м	318	29,6	35,1	1,04	3,30
Прямой посев	306	24,3	34,4	0,83	2,54

Из таблицы 1 следует, что наилучшие условия на темно-каштановых почвах в ООО «Кирова» были созданы на варианте чизельной обработки на глубину 0,35–0,37 м, наихудшие – на делянках прямого посева.

На опытном поле УНПЦ «Горная Поляна» Волгоградского ГАУ на светло-каштановых почвах все определяемые показатели элементов структуры урожая имели меньшие значения, но закономерность сохранялась полностью (табл. 2).

2. Элементы структуры урожая озимой пшеницы (среднее за 2016–2018 гг.), опыт УНПЦ «Горная Поляна»

2. Elements of yield structure of winter wheat (on average in 2016–2018), experience of the UNPTs «Gornaya Polyana»

Способы основной обработки почвы	Кол-во продуктивных стеблей на 1 м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна в колосе, г	Биологическая урожайность, т/га
Отвальная на глубину 0,20–0,22 м (контроль)	317	31,5	36,2	1,14	3,61
Чизельная на глубину 0,35–0,37 м	319	32,4	36,6	1,19	3,79
Дисковая на глубину 0,12–0,14 м	308	27,6	33,1	0,91	2,80
Прямой посев	302	19,1	32,5	0,62	1,87

Хозяйственная урожайность, определяемая методом прямого комбайнирования, подтвердила данные, полученные в результате анализа элементов структуры урожая. Наибольшая урожайность в опыте ООО «Кирова» отмечалась на варианте чизельной обработки на глубину 0,35–0,37 м и в среднем за три года урожая составляла 4,17 т/га; на варианте вспашки была на 0,36 т/га меньше, на варианте мелкой дисковой обработки – на 1,03 т/га меньше и на прямом посеве – на 1,88 т/га меньше, чем на варианте глубокой чизельной обработки.

Урожайность озимой пшеницы в опыте на светло-каштановых почвах в УНПЦ «Горная Поляна» также была максимальной на варианте чизельной обработки и в среднем за три года урожая составляла 3,51 т/га; минимальной – на варианте без механической обработки почвы – 1,72 т/га.

В последние 28 лет земледельцев-сельхозтоваропроизводителей больше всего волнует не вопрос

получения максимальной урожайности, а вопросы получения наименьшей себестоимости продукции и наибольшей рентабельности производства. Наименьшая себестоимость одной тонны зерна озимой пшеницы в среднем за 3 года получена в опыте ООО «Кирова» на варианте чизельной обработки – 3026 руб/т (табл. 5).

Наибольшая себестоимость одной тонны зерна озимой пшеницы в среднем за 3 года получена в опыте УНПЦ «Горная Поляна» на варианте прямого посева – 6875 руб/т (табл. 6).

Наибольшая рентабельность производства зерна озимой пшеницы в среднем за 3 года получена в опыте ООО «Кирова» на варианте чизельной обработки – 164,3% (табл. 5). Наименьшая рентабельность производства зерна озимой пшеницы в среднем за 3 года получена в опыте УНПЦ «Горная Поляна» на варианте прямого посева – 16,4% (табл. 6).

3. Хозяйственная урожайность озимой пшеницы, опыт ООО «Кирова»

3. Economic productivity of winter wheat, experience of LLC «Kirov»

Способы основной обработки почвы	Годы			Среднее
	2016	2017	2018	
Отвальная на глубину 0,20–0,22 м (контроль)	3,24	4,15	4,04	3,81
Чизельная на глубину 0,35–0,37 м	3,68	4,52	4,31	4,17
Дисковая на глубину 0,12–0,14 м	2,51	3,56	3,35	3,14
Прямой посев	1,42	2,78	2,67	2,29
НСР ₀₅	0,12	0,15	0,16	–

4. Хозяйственная урожайность озимой пшеницы, опыт УНПЦ «Горная Поляна»

4. Economic productivity of winter wheat, experience of the UNPTs «Gornaya Polyana»

Способы основной обработки почвы	Годы			Среднее
	2016	2017	2018	
Отвальная на 0,20–0,22 м (контроль)	2,85	3,64	3,53	3,34
Чизельная на 0,35–0,37 м	3,22	3,76	3,55	3,51
Дисковая на 0,12–0,14 м	2,19	2,92	2,63	2,58
Прямой посев	1,24	2,13	1,79	1,72
НСР ₀₅	0,10	0,14	0,12	–

5. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы (среднее за 2016–2018 гг.), опыт ООО «Кирова»

5. Economic efficiency of winter wheat cultivation (on average in 2016–2018), experience of LLC «Kirov»

Способы основной обработки почвы	Прямые затраты, руб/га	Стоимость валовой продукции, руб/га	Себестоимость, руб/т	Прибыль, руб/га	Рентабельность, %
Отвальная на глубину 0,20–0,22 м (контроль)	12 824	30 480	3366	17 656	137,6
Чизельная на глубину 0,35–0,37 м	12 620	33 360	3026	20 740	164,3
Дисковая на глубину 0,12–0,14 м	12 405	25 120	3950	12 715	110,4
Прямой посев	11 983	18 320	5232	6337	52,8

6. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы (среднее за 2016–2018 гг.), опыт УНПЦ «Горная Поляна»

6. Economic efficiency of winter wheat cultivation (on average in 2016–2018), experience of the UNPTs «Gornaya Polyana»

Способы основной обработки почвы	Прямые затраты, руб/га	Стоимость валовой продукции, руб/га	Себестоимость, руб/т	Прибыль, руб/га	Рентабельность, %
Отвальная на глубину 0,20–0,22 м (контроль)	12 745	26 720	3816	13 975	109,6
Чизельная на глубину 0,35–0,37 м	12 540	28 080	3573	15 540	123,9
Дисковая на глубину 0,12–0,14 м	12 362	20 640	4791	8278	66,9
Прямой посев	11 825	13 760	6875	1935	16,4

Выводы. Таким образом, в результате проведения двух схожих опытов по изучению влияния способов основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы в подзонах темно-каштановых и светло-каштановых почв выявлено преимуще-

ство глубокого чизельного рыхления на глубину 0,35–0,37 м перед отвальной обработкой плугом на глубину 0,20–0,22 м, мелкой дисковой обработкой на глубину 0,12–0,14 м и прямым посевом.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Попов А. С., Марченко Д. М. и др. Технология возделывания мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 14–21.
2. Алабушев А. В., Сухарев А. А., Попов А. С. и др. Изменение продуктивности сельскохозяйственных культур под воздействием однопольных способов основной обработки почвы // Земледелие. 2015. № 8. С. 25–29.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Егорова Г. С., Плещачев Ю. Н., Шиянов К. В. Засоренность зерновых культур на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: монография. Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. 126 с.
5. Магомедов Н. Р., Халилов М. Б., Бедоева С. В., Абазова М. С. Эффективные приемы обработки почвы под озимую пшеницу в равнинной зоне Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2017. № 2. С. 31–35.
6. Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Рыбась И. А. и др. Изучение урожайности и элементов ее структуры у сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечник // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 46–49.
7. Овчинников А. С., Борисенко И. Б., Плещачев Ю. Н. Программирование урожайности сельскохозяйственных культур при возделывании их с применением инновационных технологий: монография. Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. 145 с.
8. Перфильев Н. В. Оценка эффективности систем основной обработки почвы в Северном Зауралье // Земледелие. 2014. № 5. С. 17–20.
9. Плещачев Ю. Н. Приемы обработки каштановых почв Нижнего Поволжья // Земледелие. 2005. № 4. С. 14–15.
10. Фетюхин И. В., Баранов А. А. Интегрированная защита озимой пшеницы от сорняков // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 6–9.

References

1. Alabushev A. V., Popov A. S., Marchenko D. M. i dr. Tekhnologiya vozdel'vaniya myagkoj ozimoj pshenicy sorta Aksin'ya v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The cultivation technology of the winter soft wheat variety "Aksinya" in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 14–21.
2. Alabushev A. V., Suharev A. A., Popov A. S. i dr. Izmenenie produktivnosti sel'skohozyajstvennykh kul'tur pod vozdejstviem odnotipnykh sposobov osnovnoj obrabotki pochvy [Changes in the productivity of agricultural crops under the effect of the same types of primary tillage] // Zemledelie. 2015. № 8. S. 25–29.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Egorova G. S., Pleskachev Yu. N., Shiyonov K. V. Zasoryonnost' zernovykh kul'tur na svetlo-kashtanovykh pochvah Nizhnego Povolzh'ya [The weediness of grain crops on the light chestnut soils of the Nizhnee Povolzhie]: monografiya. Volgograd: Volgogradskaya GSKHA, 2011. 126 s.
5. Magomedov N. R., Halilov M. B., Bedoeva S. V., Abazova M. S. Effektivnye priyomy obrabotki pochvy pod ozimuyu pshenicu v ravninnoj zone Dagestana [Effective methods of tillage for winter wheat in the lowland zone of Dagestan] // Problemy razvitiya APK regiona. 2017. № 2. S. 31–35.
6. Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Rybas' I. A. i dr. Izuchenie urozhajnosti i elementov ee struktury u sortov ozimoy myagkoj pshenicy po predshestvenniku podsolnechnik [The study of productivity and elements of its structure in winter soft wheat varieties sown after sunflower] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 46–49.
7. Ovchinnikov A. S., Borisenko I. B., Pleskachev Yu. N. Programmirovaniye urozhajnosti sel'skohozyajstvennykh kul'tur pri vozdel'vanii ih s primeneniem innovatsionnykh tekhnologij [Programming of grain crop productivity in their cultivation with the use of innovative technologies]: monografiya. Volgograd: Volgogradskaya GSKHA, 2011. 145 s.
8. Perfil'ev N. V. Ocenka effektivnosti sistem osnovnoj obrabotki pochvy v Severnom Zaural'e [Evaluation of the effectiveness of the main tillage systems in the Northern Za-Urals] // Zemledelie. 2014. № 5. S. 17–20.
9. Pleskachev Yu. N. Priyomy obrabotki kashtanovykh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Cultivation methods of chestnut soils of the Nizhnee Povolzhie] // Zemledelie. 2005. № 4. S. 14–15.
10. Fetyuhin I. V., Baranov A. A. Integrirovannaya zashchita ozimoy pshenicy ot sornyakov [Integrated protection of winter wheat from weeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 1(61). S. 6–9.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ИСПЫТАНИЕ ВЬЕТНАМСКИХ ОБРАЗЦОВ РИСА В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

П. И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 000-0002-4371-6848;

Е. В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

А. В. Аксенов, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: p-kostylev@mail.ru

Рис (*Oryza sativa* L.) – одна из важнейших продовольственных культур в мире. Создание сортов риса для условий России и особенно Ростовской области предполагает тщательное изучение и вовлечение для селекционной работы полиморфного генофонда. Цель этого исследования заключалась во всестороннем изучении 45 коллекционных вьетнамских образцов риса (AGI), в оценке некоторых основных признаков и отборе лучших форм для селекции стрессоустойчивых урожайных сортов риса. Эти образцы показывают широкий спектр резистентности к пирикулярриозу, бактериозу, вредителям, полеганию, засолению и затоплению. Исследования проводили в Пролетарском районе Ростовской области. Стандартами послужили сорта АНЦ «Донской» Боярин и Южанин. В результате изучения коллекционного тропического генофонда риса по ряду важных хозяйственно-биологических количественных признаков установлен значительный полиморфизм. Период вегетации от появления всходов до зацветания растений варьировал от 85 до 142 дней. Все образцы обладали современным низкорослым габитусом растений с вертикальными жесткими листьями и длинными поникающими метелками (17,3–24,3 см). Высота растений колебалась от 61,7 до 90 см. Зерновки длинные (9–10 мм), узкие (2–3 мм), массой до 29 мг, зачастую с ароматом. Установлена положительная корреляция высоты растений с такими признаками, как «масса зерна с метелки», «масса 1000 зерен», «число выполненных зерен на метелке» и «фертильность». Масса зерна с метелки также коррелировала с вышеперечисленными признаками. Для селекционного процесса отобрали 9 устойчивых к стресс-факторам форм риса, хорошо вызревающих в условиях Ростовской области. Проведена гибридизация образцов OM 1401, OM 6106, OM 6561 с местным раннеспелым сортом Контакт.

Ключевые слова: рис, коллекция, доноры, устойчивость, отбор.



THE TESTING OF THE VIETNAMESE RICE SAMPLES IN THE ROSTOV REGION

P. I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 000-0002-4371-6848;

E. V. Krasnova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

A. V. Aksenov, agronomist of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: p-kostylev@mail.ru

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important food crops in the world. The development of rice varieties for the conditions of Russia and especially the Rostov region requires a thorough study and introduction of the polymorphic gene pool for breeding work. The purpose of this study was to study comprehensively 45 collection Vietnamese rice samples (AGI), to estimate some of the key traits, and to select the best forms for breeding stress-resistant rice crops. These samples show a wide range of resistance to blast disease, bacteriosis, pests, lodging, salinization and flooding. The study was carried out in the Proletarsky district of the Rostov region. The standard varieties were the varieties "Boyarin" and "Yuzhanin" of ARC "Donskoy". The study of the collection tropical rice gene pool according to a number of important economic and biological quantitative traits identified significant polymorphism. The vegetation period "sprouts-flowering" varied from 85 to 142 days. All samples had a modern low-growing habit of plants with vertical rigid leaves and long drooping panicles (17.3–24.3 cm). Plant height ranged from 61.7 cm to 90 cm. Grains are long (9–10 mm), narrow (2–3 mm), with a weight to 29 mg, often with aroma. There was established a positive correlation between plant height and such traits as "kernel weight per panicle", "1000 kernel weight", "number of heavy kernels per panicle" and "fertility". Kernel weight per panicle also correlated with the above-listed traits. Nine rice forms resistant to stress factors and well adapted to the region conditions have been selected for the breeding process. There has been carried out hybridization of the samples "OM 1401", "OM 6106", "OM 6561" with the local early ripening variety "Kontrakt".

Keywords: rice, collection, donors, resistance, selection.

Введение. Рис является основным продуктом питания более половины населения мира. Нехватка продовольствия стала серьезной проблемой из-за быстрого роста населения и сокращения площадей возделывания риса в результате индустриализации и урбанизации. По оценкам, глобальный спрос на продовольствие к 2025 г. должен быть увеличен более чем на 50% по всему миру (Khush, 2001). За последние полвека урожайность риса выросла под влиянием двух основных факторов, включающих улучшение ин-

декса урожая и архитектуры растений, за счет использования генов полукарликовости и получения гетерозисных гибридов (Xing and Zhang, 2010). Большую роль играет также устойчивость к стресс-факторам.

Следовательно, повышение урожайности риса через селекционные программы является одной из самых необходимых работ. Основная цель селекционеров направлена на создание сортов риса с высоким потенциалом урожайности и желательными агрономическими признаками, такими как устойчивость

к основным вредителям и болезням. Перед началом селекционной работы необходимо определить растения-реципиенты и доноры. Растение-реципиент является элитным широко возделываемым сортом, растение-донор несет QTL – ген агрономических признаков, представляющих интерес. Основой селекции является метод отбора желательных особей в гибридной популяции, получивших целевой локус от донорской линии.

Полиморфизм сортов из разных стран мира – это генетическая основа для усилий селекционной работы, направленной на повышение урожайности риса. Во многих странах Азии сохраняют коллекции зародышевой плазмы риса. Самую большую, генетически разнообразную и полную коллекцию риса в мире имеет Международный институт риса (IRRI) на Филиппинах (Rabara et al., 2015).

Вьетнам является сельскохозяйственной страной с богатым генетическим разнообразием зародышевой плазмы риса, в Национальном банке генов сохраняются до 7000 местных и традиционных сортов риса (Vu et al., 2010). Существует множество оригинальных линий и образцов риса с потенциально высокой урожайностью и толерантностью к абиотическим и биотическим стрессам, которые не были полностью использованы.

Российская Федерация – это самая северная территория для возделывания риса. Общая площадь на Северном Кавказе, Нижней Волге, Дальнем Востоке составляет более 200 тыс. га. В Ростовской области рис занимает площадь 14,5–15,0 тыс. га (Костылев и др., 2004). Основная задача селекционеров по рису на этих территориях состоит в создании раннеспелых урожайных сортов, устойчивых к различным неблагоприятным факторам и хорошо адаптированных к местной среде. При их создании нужно использовать разнообразный исходный материал, из которого выделять источники и доноры полезных генов, что позволит более результативно вести селекционный процесс. Поэтому привлечение богатого генофонда вьетнамских образцов риса является актуальным, полезным и важным для селекционных программ.

Цель работы – всестороннее изучение образцов коллекции риса AGI (Институт сельскохозяйственной генетики, Вьетнам); оценка некоторых основных признаков и выделение лучших исходных форм для селекции резистентных и толерантных к стрессорам урожайных сортов риса.

Материалы и методы исследований. Основываясь на информации об урожайности и ее компонентах, а также на толерантности к абиотическим и биотическим стрессам, в качестве материала для исследований использовали 45 донорных образцов риса подвита *indica* из коллекции Института сельскохозяйственной генетики (Вьетнам), несущие гены *Saltol* (солеустойчивость), *Sub 1* (толерантность к затоплению), *Pi* (резистентность к пирикулярриозу), *Ха* (устойчивость к бактериозу), *Bhp* (толерантность к цикадке) и др.

Использовали методики ВИР (1982) и ВНИИЗК (Костылев, 2011). Образцы высевали вручную 6 мая на чеках ОС «Пролетарская» Ростовской области на делянках площадью 0,6 м². В качестве стандартов использовали сорта селекции АНЦ «Донской» Боярин и Южанин подвита *japonica*. Математическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты и их обсуждение. В ходе изучения коллекционного материала по количественным признакам установлено значительное варьирование величин вегетационного периода, высоты растений, длины метелки, числа колосков и зерен на метелке, массы 1000 зерен и массы зерна с метелки. Большинство сортообразцов показали позднеспелость и в наших условиях зацвели в сентябре. Длительность вегетационного периода – основной фактор, лимитирующий созревание зерна. В условиях Пролетарского района могут стабильно созревать сорта с периодом «всходы – созревание» до 130 дней, поэтому большинство тропических сортов здесь не могут вызреть. В 2017–2018 гг. погодные условия были очень теплыми. Температурный режим трех летних месяцев и сентября был на 3,5–4,0 °С выше среднегодовых значений. Сумма биологически активных температур в апреле – сентябре 2017–2018 гг. составила 3165–3535 °С (при норме 2900 °С), или на 265–635 °С больше среднегодовых величин, что благоприятствовало вызреванию зерновок даже очень позднеспелых образцов в условиях теплого, без заморозков октября.

Изученная коллекция состояла из образцов, значительно различающихся по вегетационному периоду: от 85 до 142 дней от всходов до выметывания и цветения. Это на 12–69 дней больше, чем у сорта-стандарта Боярин. При этом вьетнамские образцы распределились по данному признаку на две группы: 1) 97–120 дней и 2) 121–142 дня до цветения (рис. 1).

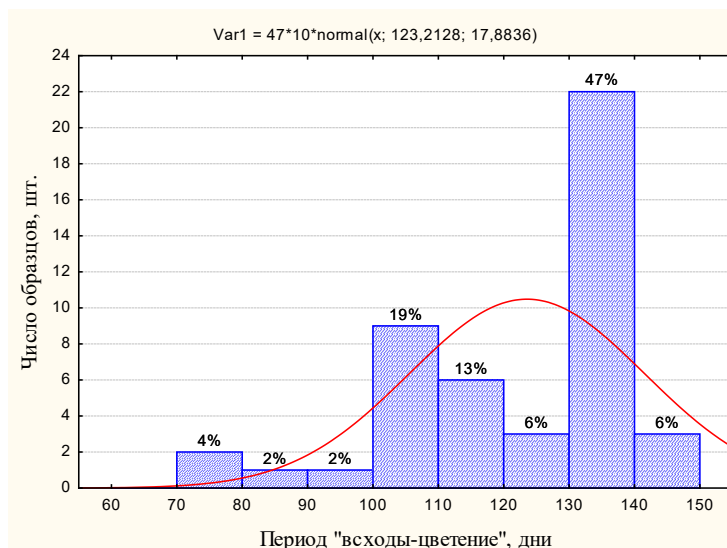


Рис. 1. Распределение образцов риса по продолжительности периода «всходы – цветение» (Пролетарск, 2017–2018 гг.)

Fig. 1. Distribution of rice samples according to the duration of the period "sprouts – flowering" (Proletarsk, 2017–2018)

Первыми зацвели образцы ОМ 1401 (85 дней), ОМ 6561 (97 дней). С использованием теплицы их удалось скрестить с раннеспелым ростовским сортом подвита *japonica* Контакт и получить полностью созревшие гибридные зерновки. Самыми позднеспелыми были ОМ 6387, ОМ 6396, ТР 6 (142 дня). При добавлении одного месяца до созревания (в теплице) общий вегетационный период составил более 170 дней. Ростовские сорта зацвели гораздо раньше: Боярин – через 73 дня от появления всходов, Южанин – через 80.

Вегетационный период показал положительные корреляции с длиной метелок ($r = 0,18 \pm 0,15$), количеством колосков на метелке – общим ($r = 0,33 \pm 0,14$) и пустых ($r = 0,63 \pm 0,12$). Отрицательная связь отмечена с высотой растений ($r = -0,39 \pm 0,14$), массой зерна с метелки ($r = -0,56 \pm 0,12$), числом выполненных зерновок ($r = -0,61 \pm 0,12$) и фертильностью ($r = -0,67 \pm 0,11$).

У поздних сортов отмечены высокая пустозерность и неполный налив зерна, так как в чеках отсутствовала вода и дули сухие ветры.

Исследованная коллекция показала разнообразие по высоте растений – от 61,7 до 90 см (рис. 2). Больше всего было образцов высотой 75–85 см с генами полукарликовости, которые влияют на увеличение индекса урожая. Эта высота

является оптимальной для коммерческих сортов риса. Растения всех образцов демонстрировали низкорослый габитус с вертикальными жесткими листьями и длинными наклонными метелками. Высота растений имела положительные корреляции с массой зерна на метелке ($r = 0,27 \pm 0,14$), массой 1000 зерновок ($r = 0,44 \pm 0,13$), количеством выполненных колосков ($r = 0,33 \pm 0,14$), фертильностью ($r = 0,31 \pm 0,14$).

Кустистость растений была очень высокой, при разрежении растений – до 25 продуктивных побегов.

Образцы коллекции характеризуются большим разнообразием размеров и формы метелки, которые зависят от размера центральной оси, числа узлов на ней, длины боковых ветвей, количества и распределения колосков на боковых ветвях. Все тропические образцы формировали наклонные, поникающие метелки. Длина метелок вьетнамских образцов варьировала от 17,3 до 24,3 см (рис. 3), тогда как у стандартного сорта Боярин она составила 14,2 см, Южанин – 17,6 см. У сорта Боярин была плотная, компактная, прямостоячая метелка. Длина метелок слабо положительно коррелировала с высотой растений ($r = 0,13 \pm 0,10$), массой зерна с метелки ($r = 0,12 \pm 0,10$) и количеством зерен на ней ($r = 0,15 \pm 0,10$).

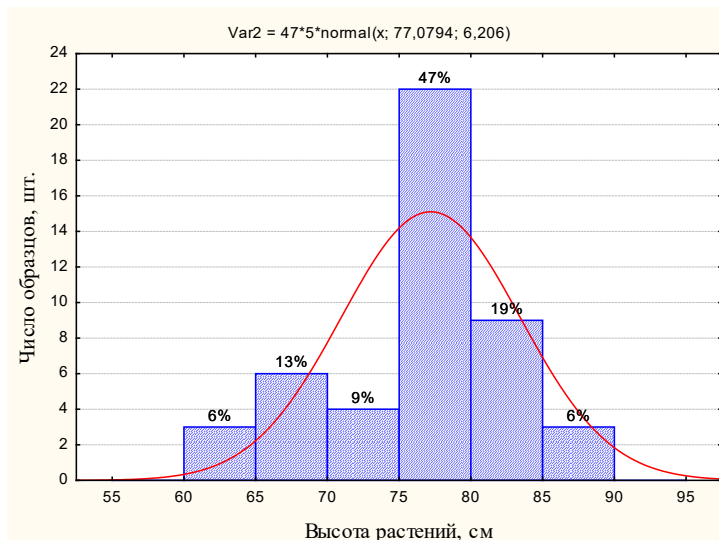


Рис. 2. Распределение образцов риса по высоте растений (Пролетарск, 2017–2018 гг.)

Fig. 2. Distribution of rice samples according to "plant height" (Proletarsk, 2017–2018)

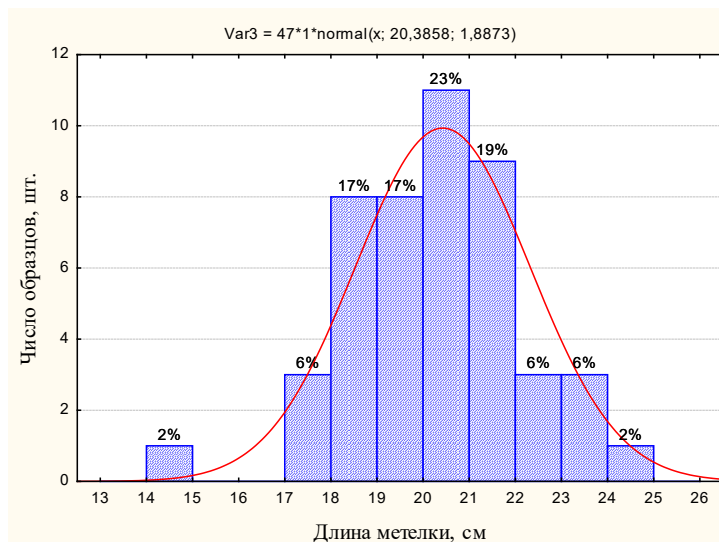


Рис. 3. Распределение образцов риса по длине метелки (Пролетарск, 2017–2018 гг.)

Fig. 3. Distribution of rice samples according to "panicle length" (Proletarsk, 2017–2018)

По признаку «масса зерна с метелки» коллекционные образцы варьировали от 0,5 до 3,7 г (рис. 4). Большинство образцов (72%) имели зерно на метелке массой 0,5–2,0 г. Более полновесные метелки сформировали сорта ОМ 10393 (3,0 г), ОМ 6561 (3,7 г) и стандарт Южанин (3,6 г). Образец ОМ 6561 зацвел на 97 день после появления всходов и хорошо вызрел в местных условиях. Масса зерна с метелки имела положительные корреляции с массой 1000 зерен ($r = 0,69 \pm 0,11$), числом выполненных колосков ($r = 0,87 \pm 0,08$) и фертильностью ($r = 0,77 \pm 0,10$).

Все вьетнамские образцы имели длинное, тонкое зерно. Длина их составляла 9–10 мм, ширина – 2–3 мм. Масса 1000 зерен у них варьировала от 5 до 30 г (рис. 5), причем у стандартов она составляла 29,1–29,7 г. Некоторые образцы не успели налить зерно до уборки, поэтому показали нетипично низкие величины. Четыре позднеспелых образца вообще имели метелки с пустыми колосками. Выделен образец ОМ 5451 с очень ароматным зерном. Крупа таких сортов имеет более высокую цену. Образец ОМ 4088 имеет высокое содержание амилозы – 22%.

Анализ корреляций показал, что масса 1000 зерен имеет положительную связь с высотой растений ($r = 0,44 \pm 0,14$), массой зерна с метелки ($r = 0,69 \pm 0,11$), числом зерен на метелке ($r = 0,77 \pm 0,10$) и фертильностью ($r = 0,80 \pm 0,09$), но отрицательную – с числом пустых колосков на метелке ($r = -0,76 \pm 0,10$) и вегетационным периодом ($r = -0,67 \pm 0,11$).

Более крупное зерно формировали образцы ОМ CS 2009 (28 г) и ОМ 1401 (29 г). Это на уровне стандартных сортов Боярин и Южанин (29,1–29,7 г).

Число колосков на метелках является важным признаком продуктивности риса. Его величина у вьетнамских образцов варьировала в широком диапазоне – от 85 до 189 шт. (рис. 6). Наибольшее количество колосков (более 160 шт.) сформировали в метелках семь образцов (15%), меньше всего (85 шт.) – относительно более ранний сорт ОМ 1401.

Анализ корреляций показал, что количество колосков на метелке имело положительные связи с вегетационным периодом ($r = 0,33 \pm 0,15$), количеством пустых колосков на метелке ($r = 0,68 \pm 0,18$) и плотностью метелки ($r = 0,89 \pm 0,18$), но отрицательные – с массой 1000 зерен ($r = -0,33 \pm 0,18$) и фертильностью ($r = -0,41 \pm 0,18$).

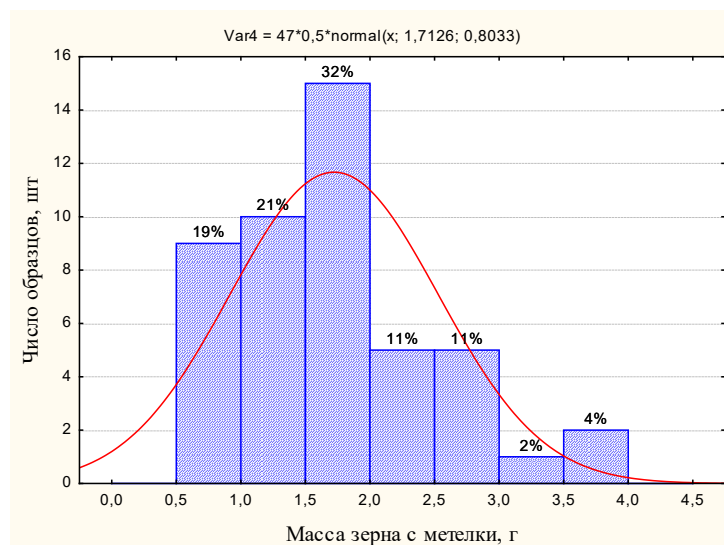


Рис. 4. Распределение образцов риса по массе зерна с метелки (Пролетарск, 2017–2018 гг.)

Fig. 4. Distribution of rice samples according to "kernel weight per panicle" (Proletarsk, 2017–2018)

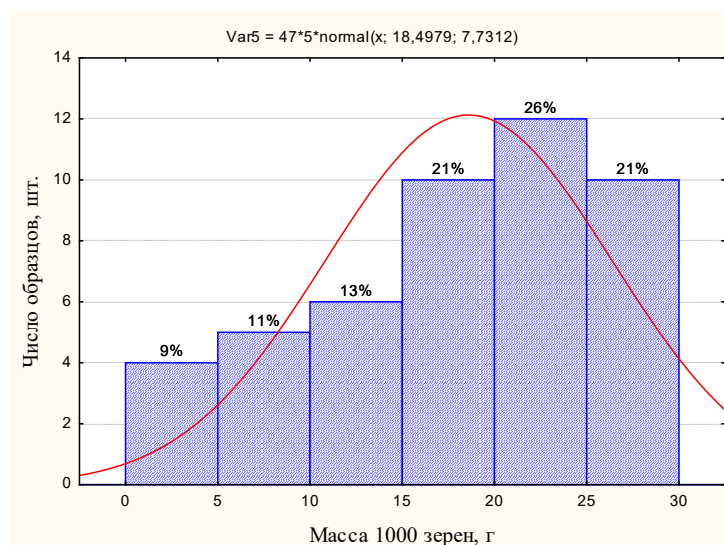


Рис. 5. Распределение образцов риса по массе 1000 зерен (Пролетарск, 2017–2018 гг.)

Fig. 5. Distribution of rice samples according to "1000 kernel weight" (Proletarsk, 2017–2018)

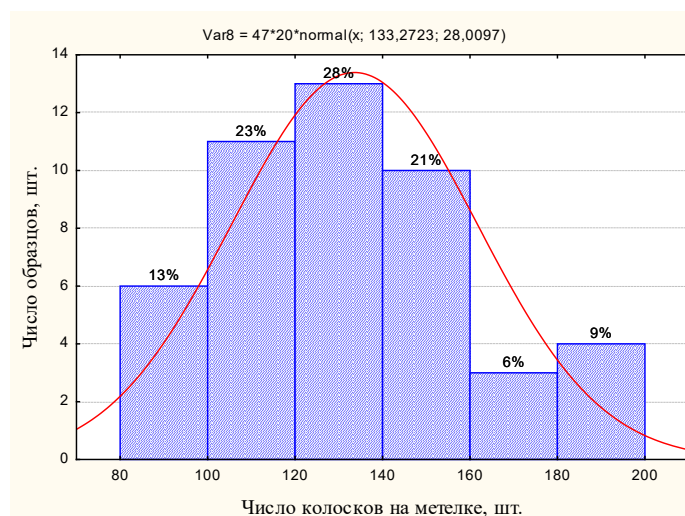


Рис. 6. Распределение образцов риса по числу колосков на метелке (Пролетарск, 2017–2018 гг.)

Fig. 6. Distribution of rice samples according to "number of spikelets per panicle" (Proletarsk, 2017–2018)

При этом наблюдалась высокая стерильность колосков, связанная с повышенной сухостью воздуха в сентябре. Фертильность колосков тропических сортов показала широкое варьирование в пределах от 0 до 92,4% (у стандартов – 93,0–94,2%). Поэтому количество завязавшихся в метелке зерен было существенно ниже – от 6 до 142 шт. Статистический анализ признаков позволил определить, что количество зерен на метелке коррелирует с массой 1000 зерен ($r = 0,77 \pm 0,18$), массой зерна с метелки ($r = 0,87 \pm 0,11$) и фертильностью ($r = 0,95 \pm 0,18$). Выделены образцы ОМ 1401 и ОМ 6561 с высокой фертильностью – 91,5 и 92,4% соответственно, то есть на уровне российских сортов.

Плотность метелки, то есть количество колосков на 1 см ее длины, является важным показателем продуктивности растения риса. У изученных образцов этот признак колебался от 4,2 до 9,8 шт/см, тогда как у Боярина он составил 8,5; у Южанина – 7,3 шт/см. Преобладали образцы с плотностью 5–6 шт/см, их было 44%. Самые плотные метелки (более 9 шт/см) сформировали поздние сорта ОМ CS 2000, ОМ 4088 и ТР6. При этом данный признак положительно коррелировал с количеством колосков на метелке ($r = 0,89 \pm 0,18$).

Для дальнейшей селекционной работы отобраны 9 образцов (ОМ 1401, ОМ 6106, ОМ 6561, ОМ

6976, ОМ 8900, ОМ 10043, ОМ 10393, ОМ CS 2009, AS 996) с вегетационным периодом «всходы – цветение» 85–108 дней, высотой растений 73–82 см, длиной метелки 17,7–23,7 см, числом колосков на метелке 85–158 шт. (табл. 1–2).

Эти образцы несут гены устойчивости к бактериозу (Xa), вызываемому *Xanthomonas*, пирикулярриозу (Pi), цикадке (Bhp), засолению почвы (Saltol) и длительному затоплению глубоким слоем воды (Sub 1).

Проведенное изучение вьетнамских образцов риса показало, что можно использовать интересные гены, содержащиеся в них, для создания новых сортов для местных условий почвы и климата Ростовской области. Поэтому в 2018 г. была проведена гибридизация некоторых из них с раннеспелым сортом Контакт. Полученные гибриды ОМ 1401 × Контакт, ОМ 6106 × Контакт и ОМ 6561 × Контакт будут использованы для выведения ранне- и среднеспелых сортов, объединяющих в одном генотипе несколько различных генов интереса.

Новые сорта должны созревать за 110–120 дней и формировать урожайность 8,0–10,0 т/га. Они должны быть устойчивы к полеганию растений, осыпанию зерна, различным болезням и средовым стресс-факторам. Селекционная работа направлена на такую модель сорта.

1. Характеристика образцов риса (Пролетарск, 2017–2018 гг.)

1. Characteristics of rice samples (Proletarsk, 2017–2018)

№ 2018 г.	Название сорта, образца	Номер	Период «всходы – цветение», дни	Высота растений, см	Длина метелки, см	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г
1159	Боярин	ст.	73	80,0	14,2	3,3	29,1
1160	Южанин	ст.	80	90,0	17,6	3,6	29,7
1152	ОМ	1401	85	76,7	17,7	2,0	29,0
1166	ОМ	6106	108	81,7	21,0	2,7	25,0
1171	ОМ	6561	97	73,3	18,7	3,7	20,0
1177	ОМ	6976	106	80,0	21,7	1,2	24,0
1183	ОМ	8900	106	76,7	22,7	2,0	23,0
1190	ОМ	10043	106	78,3	20,7	1,7	23,0
1191	ОМ	10393	104	81,7	20,7	3,0	25,0
1196	ОМ CS	2009	108	78,3	21,0	2,9	28,0
1198	AS	996	104	78,3	23,7	2,3	27,0
Стандартное отклонение			17,9	6,3	1,9	0,8	7,5

2. Характеристика образцов риса (Пролетарск, 2017–2018 гг.) (продолжение)
2. Characteristics of rice samples (Proletarsk, 2017–2018) (continued)

№ 2018 г.	Название сорта, образца	Номер	Число колосков на метелке, шт.			Плотность метелки	Фертильность колосков, %
			полных	пустых	всего		
1159	Боярин	ст.	113	7	120	8,5	94,2
1160	Южанин	ст.	120	9	129	7,3	93,0
1152	ОМ	1401	78	7	85	4,8	91,5
1166	ОМ	6106	106	33	139	6,6	76,4
1171	ОМ	6561	126	10	136	7,3	92,4
1177	ОМ	6976	84	13	97	4,5	86,8
1183	ОМ	8900	92	42	134	5,9	68,6
1190	ОМ	10043	66	20	86	4,2	76,9
1191	ОМ	10393	142	16	158	7,7	89,6
1196	ОМ CS	2009	116	32	148	7,0	78,1
1198	AS	996	89	40	129	5,4	68,9
Стандартное отклонение			38,6	52,0	27,0	1,4	31,1

Выводы

1. Изученная коллекция 45 вьетнамских образцов риса подвида *indica* содержит формы, которые могут созреть в северных для риса условиях Российской Федерации и использоваться в гибридизации с отечественными сортами подвида *japonica*.

2. Образцы широко варьировали по вегетационному периоду «всходы – цветение» – от 85 до 142 дней; высоте растений – от 61,7 до 90 см; длине метелки – от 17,3 до 24,3 см; массе зерна с метелки – от 0,5 до 3,7 г; массе 1000 зерен – от 5 до 30 г; числу колосков на метелках – от 85 до 189 штук.

3. Установлены положительные корреляционные связи высоты растений с массой зерна с метел-

ки ($r = 0,27 \pm 0,18$), массой 1000 зерен ($r = 0,44 \pm 0,18$), числом выполненных зерен на метелке ($r = 0,33 \pm 0,18$) и фертильностью ($r = 0,31 \pm 0,18$). Масса зерна с метелки также коррелировала с массой 1000 зерен ($r = 0,69 \pm 0,18$), числом выполненных зерен ($r = 0,87 \pm 0,18$) и фертильностью ($r = 0,77 \pm 0,18$).

4. Для селекционной работы выделены среднеспелые формы риса с комплексом хозяйственно ценных признаков: ОМ 1401, ОМ 6106, ОМ 6561, ОМ 6976, ОМ 8900, ОМ 10043, ОМ 10393, ОМ CS 2009, AS 996, устойчивые к таким стрессорам, как засоление, затопление, болезни, вредители. Сделана гибридизация первых трех образцов с раннеспелым сортом Контакт.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Костылев П. И. Методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2011. 267 с.
3. Костылев П. И., Степовой В. И., Парфенюк А. А. Рекомендации по выращиванию риса в Ростовской области. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2004. 112 с.
4. Buu B. C., Lang N. T., Hue N. T. N. Rice germplasm conservation in Vietnam. In: Vietnam: fifty years of rice research and development // Ministry of Agriculture and Rural Development. 2010. Pp. 167–178.
5. Khanh T. D., Trung K. H., Thanh H. K., Loan N. T., Linh L. H., Linh T. H., Anh L. H., Xuan T. D. Evaluation of agronomic traits for yield components and disease resistance of some donor and recipient rice varieties for molecular breeding // International Journal of Current Science and Technology. 2015. Vol. 3. Iss. 12. Pp. 193–198.
6. Khush G. S. Challenges for meeting the global food and nutrient needs in the new millennium // Proceedings Nutrient Society. 2001. No. 60. Pp. 15–26. DOI: 10.1079/PNS200075.
7. Rabara R. C., Ferrer M. C., Calayugan M. I. C., Duldulao M. D., Jara-Rabara J. Conservation of Rice Genetic Resources for Food Security // Adv. Food. Technol. Nutr. Sci. Open J. 2015. No. 1. Pp. 51–56. DOI: 10.17140/AFTNSOJ-SE-1-108.
8. Xing Y., Zhang Q. Genetic and Molecular bases of rice yield // Annual Review in Plant Biology. 2010. No. 61. Pp. 421–442. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042809-112209.

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. 5-e izd. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Kostylev P. I. Metody selekcii, semenovodstva i sortovoj agrotekhniki risa [Methods of breeding, seed production and varietal agro technology of rice]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2011. 267 s.
3. Kostylev P. I., Stepovoj V. I., Parfenyuk A. A. Rekomendacii po vyrashchivaniyu risa v Rostovskoj oblasti [Recommendations for rice growing in the Rostov region]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2004. 112 s.

4. Buu B. C., Lang N. T., Hue N. T. N. Rice germplasm conservation in Vietnam. In: Vietnam: fifty years of rice research and development // Ministry of Agriculture and Rural Development. 2010. Pp. 167–178.
5. Khanh T. D., Trung K. H., Thanh H. K., Loan N. T., Linh L. H., Linh T. H., Anh L. H., Xuan T. D. Evaluation of agronomic traits for yield components and disease resistance of some donor and recipient rice varieties for molecular breeding // International Journal of Current Science and Technology. 2015. Vol. 3. Iss. 12. Pp. 193–198.
6. Khush G. S. Challenges for meeting the global food and nutrient needs in the new millennium // Proceedings Nutrient Society. 2001. No. 60. Pp. 15–26. DOI: 10.1079/PNS200075.
7. Rabara R. C., Ferrer M. C., Calayugan M. I. C., Duldulao M. D., Jara-Rabara J. Conservation of Rice Genetic Resources for Food Security // Adv. Food. Technol. Nutr. Sci. Open J. 2015. No. 1. Pp. 51–56. DOI: 10.17140/AFTNSOJ-SE-1-108.
8. Xing Y., Zhang Q. Genetic and Molecular bases of rice yield // Annual Review in Plant Biology. 2010. No. 61. Pp. 421–442. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042809-112209.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.161:631.52(470.47)

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-14-17

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАСУШЛИВОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Б. А. Гольдварг¹, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

М. В. Боктаев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

Е. Г. Филиппов², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А. А. Донцова², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303

¹Калмыцкий НИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 358011, г. Элиста, пл. О. И. Городовикова, 1;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В засушливой центральной зоне Республики Калмыкия одним из ограничивающих факторов, влияющим на получение высоких урожаев зерна ярового ячменя, является влагообеспеченность почвы в период вегетации. В данной статье рассмотрены результаты многолетних исследований районированных сортов ярового ячменя различных селекционных учреждений на опытном поле КНИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» с целью изучения влияния на их продуктивность неустойчивости увлажнения почвы в период вегетации и особенно в период налива зерна. Полевые опыты проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методике полевого опыта. В ходе проведенных исследований установлено, что в засушливые по агроклиматическим условиям годы сорт Щедрый формирует урожайность выше других районированных сортов. При этом во влажные годы, какими были 2016 и 2017, урожайность зерна сорта Щедрый в среднем уступает Прерии и Страннику. Выявлено, что в условиях с неравномерным выпадением осадков в разные годы решающее влияние на урожайность ярового ячменя в центральной зоне Республики Калмыкия оказывают июньские осадки.

Ключевые слова: осадки, яровой ячмень, урожайность, сорт.



THE EFFECT OF PRECIPITATIONS IN A VEGETATION PERIOD ON PRODUCTIVITY OF THE ZONED SPRING BARLEY VARIETIES IN THE ARID CENTRAL ZONE OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

B. A. Goldvarg¹, Candidate of Agricultural Sciences, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

M. V. Boktaev¹, Candidate of Agricultural Sciences, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

E. G. Filippov², Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department for barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A. A. Dontsova², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303

¹Kalmykitsky RIA named after M. B. Narmaeva, 358011, Elista, Sq. O. I. Gorodovikov, 1;

²Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

In the arid central zone of the Republic of Kalmykia, one of the limiting factors that affects spring barley productivity is the soil moisture content during a vegetation period. The paper discusses the results of a long-term research of zoned spring barley varieties of various breeding institutions in the experimental field of the KRIA named after M. B. Narmaeva, a branch of the FSBSI "PAFRC RAS" to study the effect of instability of soil moisture in a vegetation period on their productivity and especially in the period of grain filling. Field trials were carried out according to the Methods of State Variety Testing of agricultural crops and Methodology of a field trial. In the course of the studies it was found that in arid years the variety "Shchedry" formed a larger yield than that of other zoned varieties. Moreover, in the wet years of 2016 and 2017 the variety "Shchedry" productivity was inferior to the varieties "Preri" and "Strannik" on average. It has been revealed that in conditions with uneven precipitation in different years, June precipitation has a decisive effect on spring barley productivity in the central zone of the Republic of Kalmykia.

Keywords: precipitations, spring barley, productivity, variety.

Введение. Засухи последних лет отразились на валовых сборах зерна во многих регионах РФ. Поэтому повышение уровня засухоустойчивости зерновых культур, в частности ячменя, имеет огромное значение для земледельческих районов страны, особенно для тех, которые расположены в зонах рискованного земледелия, к которым непосредственно относится Республика Калмыкия (Филиппов и др., 2014). Мно-

голетние исследования, проведенные в КНИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», выявили наиболее продуктивные и адаптированные к экстремальным условиям внешней среды, стрессовым факторам, непритязательные к почвенному плодородию и с другими хозяйственно ценными признаками для Республики Калмыкия сорта ярового ячменя Прерия, Странник, Щедрый и Булат. Районирование

и использование этих сортов в производстве позволили увеличить валовой сбор зерна и укрепить кормовую базу животноводства в Калмыкии (Гольдварг и др., 2018).

В Госреестр сортов, допущенных к использованию в производстве по Республике Калмыкия, с 2018 г. включен сорт ярового ячменя Булат.

В работе приведена характеристика сортов Прерия, Странник, Щедрый и Булат, а также выявлено влияние на их продуктивность неустойчивости увлажнения в период вегетации.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты по изучению влияния на продуктивность районированных сортов ярового ячменя неустойчивости увлажнения в период вегетации проводили на опытном поле КНИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» (Целинный район Республики Калмыкия) согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Федин, 1985) и методике полевого опыта (Доспехов, 1985).

Все опыты закладывали по черному пару, образцы высевали в 2 яруса в 4-кратной повторности сеялкой СН-16. Для посева использовали семена ярового ячменя, выращенные в равнозначных условиях. Рабочая площадь делянок – 60 м², учетная – 50 м². Способ посева – обычный рядовой с глубиной заделки семян 4–5 см. Нормы высева – 2,8 млн всхожих семян на 1 га.

Прерия. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 1992 г. Создан во Всесоюзном селекционно-генетическом институте НПО «Степной колос» отбором из удвоенных гаплоидов комбинации Одесский 100 (Украина) х Донецкий 9 (Украина) и одновременным отбором на засухоустойчивость с использованием физиологических показателей. Сорт среднеспелый, вегетационный период – 70–90 дней. Обладает высокой засухоустойчивостью. Сильно восприимчив к пыльной головне. К корневым гнилям и карликовой ржавчине имеет среднюю восприимчивость. Гельминтоспориозом поражается выше среднего. По качеству зерна включен в список ценных сортов. Содержание белка в зерне – 13,0–15,0% (Гриценко, 2011). На Башантинском ГСУ Республики Калмыкия в среднем за 2016–2018 гг. урожайность составила 3,3 т/га; на Элистинском ГСУ – 2,0; на Малодербетовском ГСУ – 2,3 т/га.

Странник. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2009 г. Сорт получен в ФГУП Прикумская ОСС. Создан методом ступенчатой гибридизации. Отличается высокими темпами начального роста, среднеранний. Засухоустойчив, среднеустойчив к гельминтоспориозу, высокоустойчив к пыльной головне. Среднеустойчив к мучнистой

росе. Содержание белка – 12,0% (Гриценко, 2011). На Башантинском ГСУ Республики Калмыкия в среднем за 2016–2018 гг. урожайность составила 3,5 т/га; на Элистинском ГСУ – 2,2; на Малодербетовском ГСУ – 2,6 т/га.

Щедрый. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2011 г. Сорт получен в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Родословная: Зерноградский 819 (РФ) х Степной дар (Украина). Среднеспелый, вегетационный период – 73–87 дней, созревает на 3–4 дня позднее стандартного сорта Странник. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость высокая. Зернофуражный. Содержание белка – 10,9–15,1%. В полевых условиях пыльной головней и гельминтоспориозом поражен средне. На Башантинском ГСУ Республики Калмыкия в среднем за 2016–2018 гг. урожайность составила 3,6 т/га; на Элистинском ГСУ – 2,1; на Малодербетовском ГСУ – 2,4 т/га.

Булат. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2018 г. Создан в ФГУП «Прикумская опытно-селекционная станция» путем скрещивания сортов Медикум г-68446 (РФ) х Виконт (РФ). Средняя урожайность в Республике Калмыкия – 0,3 т/га к среднему стандарту при средней урожайности 4,4 и 3,4 т/га соответственно. Среднеранний, вегетационный период – 70–85 дней. По устойчивости к полеганию в год проявления признака уступает стандартным сортам Странник, Ратник до 2,0 балла. Зернофуражный. Содержание белка – 11,5–12,7%. Умеренно устойчив к темно-бурой пятнистости. Восприимчив к пыльной головне. В полевых условиях гельминтоспориозом, бурой ржавчиной и мучнистой росой поражен слабо. На Башантинском ГСУ Республики Калмыкия в среднем за 2016–2018 гг. урожайность составила 3,6 т/га; на Элистинском ГСУ – 2,6; на Малодербетовском ГСУ – 2,6 т/га.

Результаты и их обсуждение. За восемь лет исследований минимальное количество осадков в период вегетации ярового ячменя отмечено в 2014 г. – 48,4 мм, а максимальное в 2017 г. – 170,9 мм, то есть максимальное количество осадков превышает минимальное в 3,5 раза, что свидетельствует о неравномерном выпадении осадков в годы исследований в центральной зоне Республики Калмыкия (рис. 1).

Необходимо отметить, что в апреле во все годы наблюдений отмечено низкое количество выпавших осадков по сравнению с этим показателем в мае и июне. Максимальное выпадение осадков в мае отмечено в 2017 г. – 121,8 мм, в июне максимум отмечен в 2016 г. – 77,3 мм, что выше среднего показателя за период исследований (2011–2018 гг.) на 74,7 мм (158,6%) и 43,4 мм (128,0%) соответственно.

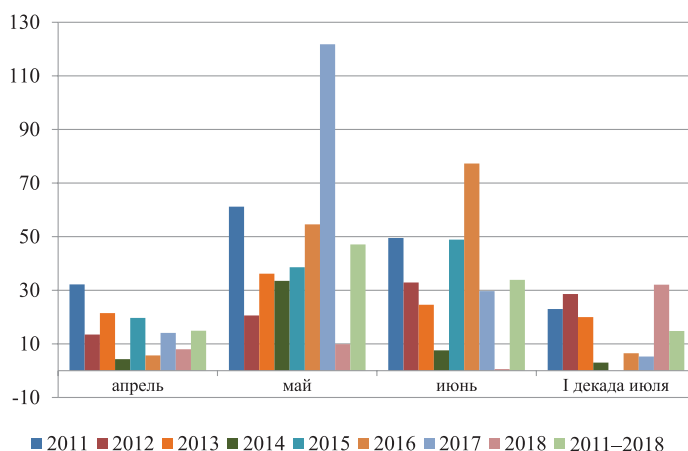


Рис. 1. Осадки в период вегетации ярового ячменя в центральной зоне Республики Калмыкия в 2011–2018 гг., мм

Fig. 1. Precipitations during the growing season of spring barley in the Central zone The Republic of Kalmykia in 2011–2018, mm

Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом ярового ячменя в слое 1–100 см во все годы наблюдений колебались в пределах от 133,8 мм в 2012 г. до 159,9 мм в 2013 г.

В результате расчета водопотребления посевов ярового ячменя в центральной зоне Калмыкии было определено, что суммарная потребность посевов во влаге зависела в основном от погодных условий, складывающихся в период вегетации ячменя (табл. 1).

За годы исследований суммарное водопотребление ярового ячменя существенно зависело от количества выпавших осадков за вегетационный период. Максимальные значения отмечены в 2011 и 2017 гг., когда за вегетацию выпало 165,9

и 170,9 мм осадков, минимальные – 48,4 мм в 2014 г. и 50,6 мм в 2018 г.

В среднем суммарное водопотребление посевов составило 194,3 мм, или 1943 м³ на 1 га. В структуре водопотребления наибольший удельный вес в среднем (61,1%) приходится на влагу из почвенных запасов. В 2014 и 2018 гг. ее участие в суммарном водопотреблении составило 80,3 и 79,2% соответственно. В благоприятных 2016 и 2017 гг. растения ячменя преимущественно использовали влагу в весенне-летний период.

Средняя урожайность по трем районированным сортам ярового ячменя в 2011–2018 гг. составила 2,63 т/га (табл. 2).

1. Структура суммарного водопотребления посевов ярового ячменя (2011–2018 гг.)

1. Structure of total water consumption of spring barley (2011–2018)

Показатели	Годы								Среднее значение
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Запас продуктивной влаги перед посевом (0–100 см), мм	137,5	133,8	159,9	154,3	138,8	142,4	141,5	153,3	145,2
Запас продуктивной влаги перед уборкой (0–100 см), мм	46,4	5,0	38,7	16,6	18,0	48,7	34,8	18,4	28,3
Осадки за период вегетации, мм	165,9	95,6	102,3	48,4	107,2	144,1	170,9	50,6	110,6
Использовано влаги из осадков, мм	116,1	66,9	71,6	33,9	75,0	100,9	119,6	35,4	77,4
% от суммарного водопотребления	56,0	34,2	37,1	19,7	38,3	51,8	52,9	20,8	38,9
Использовано влаги из почвы, мм	91,1	128,8	121,2	137,7	120,8	93,7	106,7	134,9	116,9
% от суммарного водопотребления	44,0	65,8	62,9	80,3	61,7	48,2	47,1	79,2	61,1
Суммарное водопотребление, мм	207,2	195,7	192,8	171,6	195,8	194,6	226,3	170,3	194,3

2. Урожайность сортов ярового ячменя в КНИИСХ

им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в 2011–2018 гг., т/га

2. Productivity of spring barley varieties in the KRIA named after M. B. Narmaeva (branch of the FSBSI "PAFSC RAS") in 2011–2018, t/ha

Сорт	Годы								В среднем за 2011–2018 гг.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Странник, ст.	3,06	2,24	1,76	1,26	2,99	4,22	4,27	1,03	2,60
Прерия	2,99	2,46	2,07	1,48	3,07	3,99	5,01	1,03	2,76
Щедрый	3,04	2,48	2,35	1,52	3,10	2,86	4,34	0,54	2,53
Буллат	–	–	–	–	–	4,50	4,77	1,24	–
Среднее значение	3,03	2,39	2,06	1,42	3,05	3,89	4,60	0,96	2,68
НСР ₀₅	0,08	0,12	0,19	0,20	0,14	0,19	0,38	0,15	–

Анализ данных таблицы 2 показывает, что сорт ярового ячменя Прерия достоверно превышал урожайность сортов Странник и Щедрый только в период вегетации 2017 г., то есть в самый благоприятный по количеству осадков. В среднем сорт Прерия показал наибольшую урожайность за 2011–2018 гг. в сравнении с сортами Странник и Щедрый. Сорт Странник превышал урожайность сортов Прерия и Щедрый в 2011 и 2016 гг. В 2011–2015 гг., то есть в четырех из восьми лет изучения, сорт Щедрый имел превышение по урожайности в сравнении с сортами Прерия и Странник, однако в среднем за весь изучаемый период его урожайность оказалась несколько ниже этих сортов. Районированный с 2018 г. сорт Булат в среднем за 2016–2018 гг. превысил урожайность стандартного сорта Странник на 0,33 т/га.

Урожайность зерна районированных сортов ярового ячменя в годы изучения была минимальной в 2018 г. (0,96 т/га) и в 2014 г. (1,42 т/га), то есть в те годы, когда отмечено минимальное выпадение осадков в период вегетации и отмечен острый недостаток

влаги в июне, а именно в период налива зерна, по сравнению с другими годами, что, как видно из наших исследований, и оказало решающее влияние на снижение урожайности сортов ярового ячменя.

Выводы

1. Многолетние метеонаблюдения Калмыцкого НИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» доказывают, что в условиях засушливого климата Республики Калмыкия с неравномерным выпадением осадков в разные годы решающее влияние на урожайность ярового ячменя оказывают осадки в период налива зерна (июнь).

2. По результатам многолетних испытаний установлено, что в наиболее засушливые по агроклиматическим условиям годы сорт Щедрый стабильно формировал урожайность выше других сортов.

3. Необходимо расширить внедрение на полях Республики Калмыкия нового сорта ярового ячменя Булат, который за годы изучения (2016–2018 гг.) превысил стандартный сорт Странник на 0,3 т/га.

Библиографические ссылки

1. Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г. Формирование урожая ярового ячменя в аридной зоне Юга России // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 5(59). С. 31–34.
2. Грициенко В. Г. Яровой ячмень в засушливых условиях Юга России. Элиста: ЗАОр НПП «Джангар», 2012. 131 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
4. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 261 с.
5. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.

References

1. Gol'dvarg B. A., Boktaev M. V., Filippov E. G. Formirovanie urozhaya yarovogo yachmenya v aridnoj zone Yuga Rossii [Formation of spring barley harvest in the arid zone of the South of Russia] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 5(59). S. 31–34.
2. Gricienko V. G. Yarovoj yachmen' v zasushlivyh usloviyah Yuga [Rossii Spring barley in arid conditions of the South of Russia]. Elista: ZAO r NPP "Dzhangar", 2012. 131 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 351 s.
4. Fedin M. A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methods of the State Variety Testing of agricultural crops]. M., 1985. 261 s.
5. Filippov E. G., Alabushev A. V. Selekcija yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 208 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

РОЛЬ МЕТЕОФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Н. Е. Самофалова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

О. А. Дубинина, агроном отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

А. П. Самофалов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

Н. П. Иличкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В районах недостаточного и неустойчивого увлажнения гидротермические условия являются главными природными факторами, определяющими уровень урожайности сельскохозяйственных культур. Цель наших исследований заключалась в выявлении роли основных метеофакторов в формировании урожайности озимой твердой пшеницы в разные периоды ее роста и развития. Исследования проведены в южной зоне Ростовской области в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2003–2014 гг. Объектом исследований послужили сорта и селекционные линии озимой твердой пшеницы конкурсного сортоиспытания, высеваемые по предшественнику черный пар в четырехкратной повторности на учетной площади делянок 25 м². В статье представлены результаты анализа среднесуточной температуры, осадков, ГТК по периодам роста и развития озимой твердой пшеницы за годы исследований в сравнении со среднесезонными, а также среднесортной урожайности по опыту за каждый год. Установлено, что характерными особенностями исследуемых лет являются: повышение температурного режима, особенно в предпосевной и посевной периоды, в период зимовки и возобновлении весенней вегетации; неравномерность выпадения осадков, смещение их осенью с ноября на октябрь, зимой с февраля на январь, весной с апреля на март и снижение или отсутствие в период активной вегетации. Проведенный корреляционный анализ основных метеофакторов с урожайностью выявил определяющую роль температурного режима в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы. Менее значимой она оказалась по отношению к осадкам. Это указывает на то, что величина урожайности по культуре озимая твердая пшеница зависит не от общего количества осадков, а от характера их распределения, наличия влаги в почве, температурного режима. Исходя из анализа основных метеофакторов, взаимосвязи их с урожайностью, выделены положительные и отрицательные моменты в онтогенезе озимой твердой пшеницы, связанные с изменением климата и которые надо учитывать в селекции и технологии выращивания. Определены основные задачи по селекции озимой твердой пшеницы, направленные на повышение адаптивных свойств: засухоустойчивости; жаростойкости, особенно на начальных этапах роста и развития растений; зимостойкости; устойчивости к новым болезням и вредителям, появившимся с изменением климата (септориоз, пиренофороз, бактериоз и фузариоз колоса и зерна).

Ключевые слова: температура, осадки, гидротермический коэффициент, корреляция, урожайность, озимая твердая пшеница.



THE METEOROLOGICAL FACTORS' PART IN WINTER DURUM WHEAT PRODUCTIVITY FORMATION

N. E. Samofalova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

O. A. Dubinina, agronomist of the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

A. P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

N. P. Ilichkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

In the regions of insufficient and unstable moisture, hydrothermal conditions are the main natural factors that determine the level of crop productivity. The purpose of our study was to identify the role of the main meteorological factors in the formation of winter durum wheat productivity at different periods of its growth and development. The study was carried out in the southern part of the Rostov region in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2003–2014. The objects of the study were winter durum wheat varieties and breeding lines of competitive variety testing, sown in black fallow, in four replications, with a plot area of 25 m². The current paper presents the analysis results of the average daily temperature, precipitation, hydrothermal index (HTI) by the periods of winter durum wheat growth and development through the years of study, average varietal productivity for each year. It has been established that the characteristic features of the studied years are a temperature rise, especially in the pre-sowing and sowing periods, during the wintering period and the resumption of spring vegetation, and irregular precipitation, their shift in the fall from November to October, in the winter from February to January, in the spring from April to March, and its decrease or absence during the active growing season. The conducted correlation analysis between main meteorological factors and productivity showed a decisive role of the temperature regime in winter durum wheat productivity formation. It turned out to be less significant in relation to precipitation. This indicates that winter durum wheat productivity does not depend on the total amount of precipitation, but on its distribution, moisture presence in soil, and temperature. According to the analysis of the main meteorological factors, their connection with productivity, there have been identified positive and negative points in the ontogenesis of winter durum wheat associated with climate change, which must be taken into account in breeding and growing technology. There have been determined the main objectives for

winter durum wheat breeding, aimed at improving such adaptive properties as drought resistance, heat resistance, especially at the initial stages of growth and development, winter tolerance, disease and pest resistance occurred due to climate change (septoriosis, pyrenophorosis, bacteriosis and fusarium of heads and kernels).

Keywords: temperature, precipitation, hydrothermal index (HTI), correlation, productivity, winter durum wheat.

Введение. Обеспечение устойчивого роста величины и качества урожая всех сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой твердой пшеницы, является одной из основных задач селекции. В результате селекционной деятельности повышения продуктивности удалось добиться за счет улучшения отдельных признаков и свойств, таких как продуктивная кустистость, устойчивость к болезням и полеганию, крупность зерна, озерненность колоса и т. д. (Родина, 2006; Щенникова и др., 2013).

В то же время при создании новых сортов приходится решать еще и проблему сочетания потенциальной урожайности с экологической приспособленностью (Беспелова, 2005).

В целях уменьшения экологической зависимости сортов особый приоритет должна получить целенаправленная селекция на адаптивность к конкретным и прежде всего экстремальным погодным условиям (Алабушев, 2012; Ионова и др., 2013).

Особенно это актуально в связи с глобальным потеплением климата. Изменение климатических условий в период вегетации сельскохозяйственных культур коснулось и Ростовской области, где среднегодовая температура воздуха носит стабильную тенденцию повышения, но при этом снижается количество осадков в весенне-летнюю вегетацию (Донцова и Филиппов, 2014).

Продуктивность сельскохозяйственных культур во многом определяется складывающимся гидротермическим режимом в период вегетации. На нее сильное влияние оказывают рост температур, уменьшение количества осадков, частая повторяемость и продолжительность засух, осадки в виде ливней и многое другое (Васько и Бакаев, 1988; Титаренко и Коробова, 2013).

Влияние погодных условий на урожайность достаточно полно освещено в литературе по многим сельскохозяйственным культурам, по озимой твердой пшенице таких сведений практически нет. Поэтому основной целью наших исследований было определение роли основных метеофакторов на формирование урожайности озимой твердой пшеницы в разные периоды ее роста и развития.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2002–2014 с.х. гг. В качестве объекта исследований послужили сорта и линии конкурсного сортоиспытания.

Посев проводили сеялкой СН-16 по предшественнику черный пар. Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная, норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Сев осуществляли в оптимальные сроки для южной зоны Ростовской области (с 25 по 30 сентября) в зависимости от наличия влаги в почве и температурного режима в этот период.

Для анализа метеофакторов использовали данные метеостанции «Зерноград». В расчет взяты среднесуточные температуры и количество осадков по месяцам, периодам роста и развития растений. Для оценки степени увлажнения и засухливости применяли гидротермический коэффициент (ГТК) по Г. Т. Селянинову (1928).

Урожайность рассчитывали как среднесортную по опыту (конкурсному сортоиспытанию) за каждый год.

Статистический анализ полученных данных проводили по Б. А. Доспехову (1979) с использованием программы Statistika 10.

Результаты и их обсуждение. Озимая твердая пшеница – новая культура для степных засушливых условий Ростовской области и сложная в биологическом отношении. Специфика условий данной зоны, продолжительный вегетационный период с учетом перезимовки культуры усугубляют эту сложность и влекут за собой сильную зависимость урожайности от погодных условий.

Основными метеорологическими факторами, определяющими урожайность зерновых колосовых, в том числе и озимой твердой пшеницы, являются температура воздуха и атмосферные осадки. Годы исследований характеризовались повышенным температурным режимом во все периоды роста и развития озимой твердой пшеницы в сравнении со среднемноголетней как по годам, так и в среднем за 12 лет (табл. 1).

1. Основные агрометеорологические факторы в период вегетации озимой твердой пшеницы

1. Main agrometeorological factors during the winter durum wheat vegetation period

Годы	Среднесуточная температура воздуха, °С				Осадки, мм					
	сентябрь – ноябрь	декабрь – февраль	апрель – июнь	сентябрь – июнь	сентябрь	октябрь – ноябрь	декабрь – февраль	март – май	апрель – июнь	сентябрь – июнь
2002/2003	11,5	-5,3	18,6	7,6	59,5	178,7	124,5	41,9	52,8	433,9
2003/2004	11,9	-0,4	15,0	8,5	27,3	69,5	186,4	152,6	195,3	544,1
2004/2005	11,2	-0,5	16,9	8,7	9,1	86,0	201,9	164,8	161,0	556,6
2005/2006	11,5	-4,1	16,7	7,7	0,7	79,3	151,7	116,6	316,2	592,6
2006/2007	11,8	1,2	17,3	9,5	38,6	104,1	106,2	71,2	84,1	357,7
2007/2008	11,3	-3,0	16,3	8,1	34,7	66,1	78,1	174,3	131,2	383,7
2008/2009	11,3	-1,5	16,0	8,1	81,2	92,7	95,9	190,3	106,4	491,2
2009/2010	12,1	-2,0	17,6	8,6	132,9	65,2	187,4	209,8	158,3	601,8
2010/2011	12,5	-2,5	15,9	7,9	39,7	77,1	145,2	77,4	136,8	430,8
2011/2012	8,7	-3,7	19,6	7,4	39,7	131,9	119,9	190,2	158,3	500,1
2012/2013	12,8	-0,5	18,8	9,7	9,2	41,2	172,4	122,9	85,2	391,3
2013/2014	10,0	-2,3	16,9	7,9	62,4	106,0	115,1	137,5	163,3	488,9
Среднее за 12 лет	11,4	-2,0	17,1	8,3	44,6	91,4	140,4	137,4	145,7	481,0
± к средне- многолетней	+1,7	+0,8	+1,2	+0,8	+2,3	+2,2	-5,3	+6,4	-20,2	+3,2

Так, за вегетационный период (сентябрь – июнь) среднесуточная температура воздуха увеличилась на $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; в период активной весенне-летней вегетации (апрель – июнь) – на $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$; в фазу «колошение – цветение» (май) – на $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$; «налив – созревание» (июнь) – на $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сравнении со среднемноголетними значениями. Максимальный рост температур отмечен в осенний период («посев – кущение»): в сентябре – на $1,9$; октябре – на $1,8$; ноябре – на $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ к норме, или на $11,6$; $19,4$ и $33,3\%$ соответственно.

Существенные изменения произошли в температурном режиме за 12 анализируемых лет в зимний период. Среднесуточная температура выросла по отношению к среднемноголетней на $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ с варьированием по месяцам от $0,6$ до $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, что создало благоприятные условия для лучшей перезимовки озимой твердой пшеницы. Значимость изменений этого периода для формирования высокого потенциала урожайности подтверждается и результатами корреляционного анализа (рис. 1).

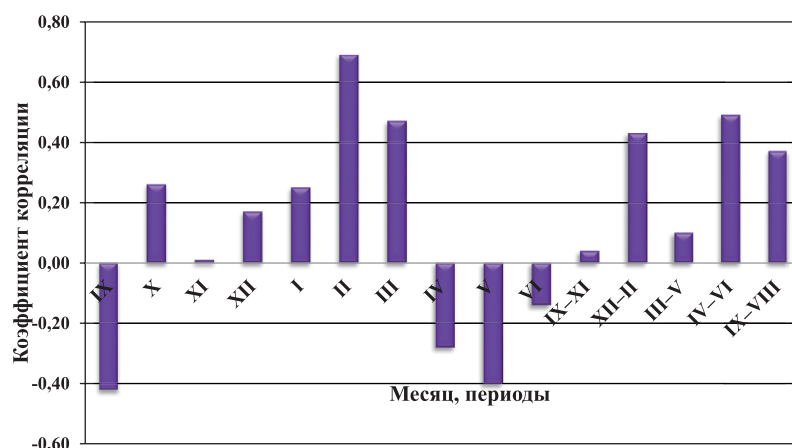


Рис. 1. Взаимосвязь между урожайностью и среднесуточной температурой по месяцам и периодам (2002–2014 гг.)

Fig. 1. Correlation between productivity and average daily temperature in months and periods (2002–2014)

Коэффициент корреляции за зимний период составил $r = 0,43 \pm 0,29$, в том числе по месяцам: декабрь – $r = 0,04 \pm 0,32$; январь – $r = 0,25 \pm 0,31$; февраль – $r = 0,68 \pm 0,23$.

Следует отметить, что положительная взаимосвязь урожайности с среднесуточной температурой наблюдалась в октябре (всходы – кущение), в марте (возобновление весенней вегетации) – $r = 0,47 \pm 0,28$, в период активной вегетации (апрель – июнь) – $r = 0,49 \pm 0,28$ и за весь вегетационный период (сентябрь – июнь) – $r = 0,37 \pm 0,29$.

Отрицательная корреляция отмечена между продуктивностью и температурным режимом в сентябре (предпосевной и посевной период) – $r = -0,42 \pm 0,29$ и в апреле – мае (выход в трубку – цветение) – $r = -0,40 \pm 0,29$, которые можно считать критическими периодами в онтогенезе озимой твердой пшеницы по отношению к высокой температуре. Позже, в период налива и созревания зерна ($r = 0,1 \pm 0,31$; $r = 0,14 \pm 0,31$), температура слабо влияет на формирование продуктивности, так как одной из видовых особенностей *T. durum*, в том числе сортов и линий озимой твердой пшеницы ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», является высокая жаростойкость (знеевыносливость) в период налива и созревания зерна.

Сравнение режима увлажнения в годы исследований с 2002 по 2014 г., а также в среднем за 12 лет позволило выявить изменения в количестве осадков, характере их распределения по месяцам и сезонам в сравнении со среднемноголетними за то же время (табл. 1).

Так, за осенний период (посев – кущение) в среднем за 12 лет их выпало $136,0\text{ мм}$ (с варьированием по годам от $50,4\text{ мм}$ в 2012 г. до $238,2\text{ мм}$ в 2002 г.), из них: в сентябре – $44,6\text{ мм}$; в октябре – 54 мм ; ноябре – $37,4\text{ мм}$, что составило к среднемноголетней норме $103,4$; $105,7$; $139,5$ и $74,0\%$ соответственно. В зимний

период распределение осадков носило следующий характер: в декабре – $40,7\text{ мм}$ (норма – $63,3\text{ мм}$); январе – $61,0\text{ мм}$ (норма – $45,1\text{ мм}$); феврале – $38,6\text{ мм}$ (норма – $37,3\text{ мм}$); за зиму – $140,3\text{ мм}$, что меньше нормы на $5,4\text{ мм}$.

Весной количество осадков составило $137,4\text{ мм}$, а именно: в марте – $57,1\text{ мм}$; апреле – $31,4\text{ мм}$; в мае – $48,8\text{ мм}$, или $109,0$; $154,3$; $73,5$ и $95,1\%$ соответственно.

В период налива и созревания (июнь) осадков также было ниже среднемноголетних на $6,3\text{ мм}$ ($8,8\%$). В период активной вегетации озимой твердой пшеницы (апрель – июнь) количество осадков составило $145,7\text{ мм}$. Это на $20,2\text{ мм}$ ниже нормы. В то же время в целом за весь вегетационный период количество осадков по большинству лет сохранилось практически на уровне среднемноголетней нормы ($481,0$ и $477,8\text{ мм}$).

Следовательно, характерной особенностью осадков в последние годы становится неравномерность их выпадения: смещение осенью с ноября на октябрь, зимой – с декабря на январь, весной – с апреля на март. Главным различием анализируемого периода исследований является недостаточная влагообеспеченность растений озимой твердой пшеницы в период активной весенне-летней вегетации в апреле – июне.

Что касается влияния осадков на продуктивность озимой твердой пшеницы, то проведенный корреляционный анализ показал, что положительная связь между ними наблюдалась только в весенний период (март – май) за счет осадков марта ($r = 0,39 \pm 0,29$).

Со всеми остальными периодами, сезонами года отмечена слабая положительная или отрицательная корреляция. Это указывает на то, что величина урожайности культуры озимой твердой пшеницы зависит не столько от общего количества осадков, а сколько от характера их распределения по периодам вегетации, наличия влаги в почве, температурного режима и т. д.

Исходя из анализа основных метеофакторов, корреляционного анализа их с урожайностью, характерными особенностями, произошедшими с ними за годы исследований (2002–2014) в сравнении со среднемноголетней нормой, можно выделить положительные и отрицательные моменты в онтогенезе озимой твердой пшеницы, связанные с изменением климата.

Положительные. Смещение осадков на октябрь (+15,3 мм к норме) и повышенный температурный режим (на 1,8 °С; в ноябре – на 1,1 °С к норме) позволяют сдвигать сроки сева озимой твердой пшеницы на поздние (конец сентября – I декада октября) и получать полноценные всходы и хорошо раскустившиеся посевы до ухода в зиму.

Потепление в зимний период обеспечивает не только благоприятные условия для перезимовки, повышения урожайности, но и продвижения культуры в более северные и восточные районы как Ростовской, так и Саратовской, Волгоградской, Воронежской, Белгородской областей.

Быстрое нарастание температур в марте (+1,3 °С к норме) с большим количеством осадков в этот период (57,1 мм; среднемноголетние – 37,0 мм) способствует раннему началу весенней вегетации, развитию вторичной корневой системы, дальнейшему кущению и способности переносить высокие температуры на протяжении всего остального периода вегетации.

Отрицательные. Вегетация озимой твердой пшеницы в силу своей продолжительности проходит в изменяющихся погодных условиях через несколько критических для роста периодов. Первый из них приходится на предпосевную и посевную периоды (август – сентябрь). Посев в это время сопровождается дефицитом влаги в почве, высокими температурами, вследствие чего возникают трудности в получении дружных и полных всходов. Особенно это касается высокостекловидных семян этой культуры, на набухание и прорастание которых влаги требуется на 15–20% больше, чем мягкой пшенице. Так, из 12 лет

исследований неблагоприятные по количеству осадков (0,7–27,3 мм; норма – 42,3 мм) для посева оказались 2003, 2004, 2005, 2006, 2013 гг.

Второй критический период выпадает на условия зимовки. В этот период посевы озимой твердой пшеницы как культуры менее зимостойкой, чем мягкая озимая, могут пострадать от вымерзания, выпирания, снежной плесени. В этом случае из-за гибели, повреждения, изреженности, ослабленности растений формируется низкопродуктивный стеблестой, снижается урожайность. Такими неблагоприятными по перезимовке были 2003, 2006, 2012 гг.

Третий «критический период» характерен для периода активной вегетации (апрель – май), а именно от выхода растений в трубку до цветения, экстремальные условия которого негативно сказываются на завязываемости, озерненности и выполненности зерна. В наших исследованиях с таким критическим периодом отмечены 2007, 2008, 2009 гг. Все это и определяет основные задачи в селекции озимой твердой пшеницы, направленные на повышение адаптивных свойств растений: засухоустойчивости и жаростойкости, особенно на начальных этапах роста и развития растений; зимостойкости; устойчивости к новым болезням и вредителям, появившимся с изменением климата (септориоз, пиренофороз, бактериоз и фузариоз колоса и зерна).

Наглядным отражением критических периодов в онтогенезе озимой твердой пшеницы являются гидротермические коэффициенты (ГТК). Результаты наших расчетов показали, что гидротермические коэффициенты двух основных периодов, таких как посев – конец осенней вегетации и период активной вегетации (апрель – июнь), неравнозначны по своим значениям (табл. 2).

Предпосевная и посевная периоды (август – сентябрь) в среднем за 12 лет для озимой твердой пшеницы проходили в более жестких гидротермических условиях (ГТК августа – 0,48; сентября – 0,76; август – сентябрь – 0,61), чем весенне-летний период (ГТК апрель – июнь – 1,01).

2. Гидротермические коэффициенты по месяцам и периодам вегетации озимой твердой пшеницы

2. Hydrothermal indexes in months and periods of winter durum wheat vegetation

Годы исследований	Месяцы							Период					Средне-сортная урожайность, т/га
	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	пред-посевная, VIII–IX	посев – кущение, IX–X	колошение – созревание, V–VI	весенняя – летняя вегетация, IV–VI	вегетационный, IX–VI	
2002–2003	0,61	1,04	3,85	0,56	0,07	0,21	1,45	0,81	2,09	0,81	0,31	0,63	2,6
2003–2004	0,96	0,05	0,57	1,68	0,71	1,92	0,93	0,5	0,71	1,42	1,48	1,23	7,1
2004–2005	0,59	0,17	1,42	0,82	0,63	1,57	0,75	0,41	0,62	0,77	1,04	1,09	5,7
2005–2006	0,29	0,01	1,56	0,68	1,41	3,23	0,05	0,17	0,44	2,15	2,08	1,86	3,8
2006–2007	0,02	0,69	1,31	0,73	0,41	0,55	0,24	0,28	0,50	0,33	0,53	0,47	7,0
2007–2008	0,20	0,50	0,91	1,54	0,87	0,41	1,11	0,36	0,48	0,80	0,88	0,95	7,1
2008–2009	0,26	1,36	1,61	0,90	1,09	0,43	0,72	0,79	1,60	0,74	0,73	0,80	6,9
2009–2010	0,53	2,41	0,28	1,43	1,90	0,09	0,54	1,43	1,13	0,84	0,98	0,85	6,0
2010–2011	0,38	0,67	2,04	0,65	0,55	1,38	0,26	0,50	0,60	0,91	0,94	0,82	6,2
2011–2012	0,49	0,74	3,19	0,96	1,55	0,26	0,38	0,60	1,10	1,01	0,88	0,89	5,3
2012–2013	0,62	0,16	0,77	0,30	0,44	0,66	0,61	0,43	0,51	0,65	0,56	0,52	6,7
2013–2014	0,81	1,4	3,4	1,10	1,18	1,08	0,25	1,03	1,49	1,02	1,06	1,01	7,9
Среднее за 12 лет	0,48	0,76	2,10	0,93	0,98	1,05	0,54	0,54	0,94	0,95	1,01	0,92	6,02
Средне-многолетнее	0,59	0,86	1,32	1,33	1,00	1,16	0,81	1,31	1,03	1,12	1,14	1,16	–

Из 12 проанализированных лет на протяжении всей вегетации озимой твердой пшеницы практически каждый год в каком-либо из периодов наблюдались явления засухливости климата, кроме 2014 г. ($ГТК > 1$). При этом в засушливые годы ГТК были четко выражены на протяжении всей или практически всей вегетации (2003, 2007, 2013 гг.). Остальные годы характеризовались по периодам чередованием высокой влагообеспеченности с разной степенью засушливости.

Для определения влияния ГТК на формирование продуктивности были рассчитаны коэффициенты корреляций между этими величинами, которые показали незначительную положительную связь по месяцам:

в августе – $r = 0,22 \pm 0,31$; сентябре – $r = 0,26 \pm 0,31$; октябре – $r = 0,10 \pm 0,31$; в целом за период осенней вегетации – $r = 0,26 \pm 0,31$ (рис. 2).

Положительная связь $r = 0,28 \pm 0,31$ между ГТК и урожайностью отмечена и в апреле. С периодом активной вегетации (апрель – июнь) наблюдалась отрицательная средняя корреляция ($r = -0,59 \pm 0,26$), в том числе по месяцам этого периода: май – $r = -0,40 \pm 0,29$; июнь – $r = -0,51 \pm 0,27$. То есть изменения величины ГТК этого периода обуславливались количеством выпавших осадков. Поэтому судить о влиянии погодных факторов на урожайность озимой твердой пшеницы по этим двум показателям можно с равным успехом.

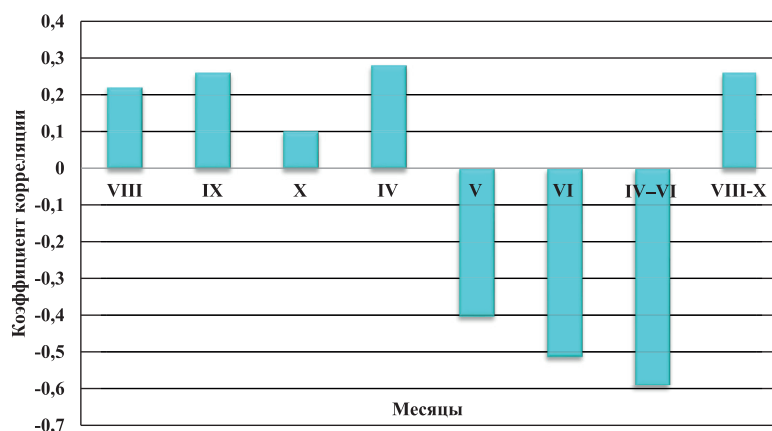


Рис. 2. Взаимосвязь урожайности озимой твердой пшеницы с гидротермическим коэффициентом (2002–2014 гг.)

Fig. 2. Correlation between winter durum wheat productivity and hydrothermal index (2002–2014)

Повышенные значения ГТК у озимой твердой пшеницы не всегда означали получение высокой урожайности. Для этой культуры скорее наоборот: в сухие годы (благоприятные по перезимовке) урожайность при $ГТК = 0,8$ и ниже была выше, чем во влажные. То есть порой наблюдалось отсутствие прямой положительной связи между урожайностью и ГТК. По всей видимости, на продуктивность культуры, кроме основных метеофакторов, оказывают влияние и другие, такие как агротехника, поражение болезнями и вредителями, полегание, суховеи, пыльные бури, ливневые дожди и т. д.

Выводы. Таким образом, анализ основных метеофакторов показал, что в формировании урожайности озимой твердой пшеницы определяющую роль играет температурный режим во все фазы роста и развития растений. Взаимосвязь между продуктивностью и среднесуточной температурой была положительной в зимний период (перезимовка) – $r = 0,43 \pm 0,29$, в том числе в феврале – $r = 0,68 \pm 0,23$; в марте (возобновление весенней вегетации) – $r = 0,47 \pm 0,28$; в апреле – июне (активной весенне-летней вегетации) – $r = 0,49 \pm 0,28$ и за весь вегетационный период (сентябрь – июнь) – $r = 0,37 \pm 0,29$.

Отрицательная связь отмечена в сентябре (предпосевной и посевной периоды) – $r = -0,42 \pm 0,29$ и в апреле – мае (выход в трубку – цветение) – $r = -0,40 \pm 0,29$, которые являются критическими в онтогенезе озимой твердой пшеницы по отношению к высокой температуре.

С осадками как по месяцам, так и по периодам роста такой связи не наблюдалось. Положительной она была только в весенний период, в остальные связи была даже отрицательной. Это указывает на то, что величина урожайности у озимой твердой пшеницы зависит не от общего количества осадков, но и от характера их распределения, наличия влаги в почве, температурного режима, способности растений экономно расходовать влагу в период активной вегетации, особенно в налив и созревание зерна. Это положение подтверждается и значениями гидротермических коэффициентов, когда в засушливые годы ($ГТК < 0,8$) урожайность по культуре была выше, чем во влажные.

Максимальная урожайность (7,9 т/га) за годы исследований получена в 2014 г., когда гидротермический коэффициент в течение вегетационного периода был несколько выше единицы.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В. Состояние и пути эффективной отрасли растениеводства. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2012. 384 с.
2. Беспалова Л. А. Эколого-генетические особенности формирования адаптивного потенциала сортов озимой пшеницы нового поколения // Экологическая генетика культурных растений: мат. школы молодых ученых. Краснодар: Изд-во РАСХН, ВНИИ Риса, 2005. С. 35–38.
3. Васью И. А., Бакаев Н. М. Зависимость урожая яровой пшеницы от климатических факторов // Земледелие. 1988. С. 37–38.
4. Донцова А. А., Филиппов Е. Г. Создание новых сортов ячменя, адаптированных к усилению аридности климата // Зерновое хозяйство России. 2014. № 6(36). С. 43–49.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов). 4-е изд., переработ. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
6. Ионова Е. В., Газе В. Л., Некрасов Е. И. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3(27). С. 19–22.
7. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров, 2006. 488 с.
8. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата: труды по сельхоз. метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169–178.
9. Титаренко А. В., Коробова Н. А. Экологическое сортоиспытание гороха в условиях приазовской зоны Ростовской области // Аграрная наука. 2013. № 8. С. 14–15.
10. Щенникова И. Н., Кокина Л. П., Кунилова А. В. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции многорядного ячменя в Волго-Вятском регионе // Доклады РАСХН. 2013. № 2. С. 8–11.

References

1. Alabushev A. V. Sostoyanie i puti effektivnoj otrasli rastenievodstva [The state and ways of an effective crop production industry]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2012. 384 s.
2. Bepalova L. A. Ekologo-geneticheskie osobennosti formirovaniya adaptivnogo potentsiala sortov ozimoy pshenicy novogo pokoleniya [Ecological and genetic features of the formation of the adaptive potential of new generation winter wheat varieties] // Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rastenij: mat. shkoly molodykh uchenykh. Krasnodar: Izd-vo RASKHN, VNII Risa, 2005. S. 35–38.
3. Vas'ko I. A., Bakaev N. M. Zavisimost' urozhaya yarovoj pshenicy ot klimaticheskikh faktorov [The dependence of spring wheat yields on climatic factors] // Zemledelie. 1988. S. 37–38.
4. Doncova A. A., Filippov E. G. Sozdanie novykh sortov yachmenya adaptirovannykh k usileniyu aridnosti klimata [The development of new barley varieties adapted to an increasing climate aridity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 6(36). S. 43–49.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of results)]. 4-e izd., pererabot. i dop. M.: Kolos, 1979. 416 s.
6. Ionova E. V., Gaze V. L., Nekrasov E. I. Perspektivy ispol'zovaniya adaptivnogo rajonirovaniya i adaptivnoj selekcii sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Prospects for the use of adaptive zoning and adaptive crop breeding] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2013. № 3(27). S. 19–22.
7. Rodina N. A. Selekcija yachmenya na Severo-Vostoke Nechernozem'ya [Barley breeding in the Northeast of Nechernozemie]. Kirov, 2006. 488 s.
8. Selyaninov G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata [About agricultural climate assessment]: trudy po sel'hoz. meteorologii. 1928. Vyp. 20. S. 169–178.
9. Titarenko A. V., Korobova N. A. Ekologicheskoe sortoispytanie goroha v usloviyah priazovskoj zony Rostovskoj oblasti [Ecological variety testing of peas in the Pre-Azov zone of the Rostov region] // Agrarnaya nauka. 2013. № 8. S. 14–15.
10. Shchennikova I. N., Kokina L. P., Kunilova A. V. Istochniki hozyajstvenno-cennykh priznakov dlya selekcii mnogoryadnogo yachmenya v Volgo-Vyatskom regione [Sources of economically valuable traits for multi-row barley breeding in the Volga-Vyatka region] // Doklady RASKHN. 2013. № 2. S. 8–11.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СТЕКЛОВИДНОСТЬ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М. Г. Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0001-9919-2329;

В. С. Юсов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872;

И. В. Пахотина, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-97091951;

М. Н. Кирьякова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-2911-1356

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,

644012, г. Омск, пр. Королева, 26; e-mail: misha-emg@rambler.ru, vc_ysov@rambler.ru

Представлены результаты изучения сортов твердой яровой пшеницы по стекловидности зерна в условиях южной лесостепной зоны Омской области. Объектами исследований были сорта экологического сортоиспытания различных научных учреждений России и Украины. Исследования проводили в период 2003–2015 гг. Опытные делянки площадью 10 м² размещали в 4 повторениях. Предшественник – чистый пар. Почва опытного участка – чернозем слабовыщелоченный среднегумусный (6,2%) тяжело-суглинистый. Срок посева – 14–15 мая, норма высева – 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Средний показатель стекловидности за 2003–2015 гг. составил 70,1%. По сортам варьирование наблюдалось от 66,0 у Светланы до 74,6% у Саратовской золотистой. Различия между крайними вариантами составили 8,6%. Варьирование по годам было от 51 до 92% с размахом изменчивости от 21% (Ангел, Омский корунд) до 34% (Саратовская золотистая). Расчет коэффициента вариации показал, что степень изменчивости проявлялась от слабой до средней. Коэффициенты вариации изменялись от 9,3% у Ангела до 14,3% у Безенчукской 182. Показатель стабильности, по S. A. Eberhart, W. A. Russel, свидетельствует о более низкой вариабельности сортов Ангел, Омский корунд, Алтайская нива, Ник, Харьковская 23, Таволга. Значение коэффициента регрессии (bi) по стекловидности зерна находилось в пределах от 0,77 до 1,23. Наиболее отзывчивы на условия (по тесту Эберхарта – Рассела) по этому признаку сорта Воронежская 9, Елизаветинская, Алтайская нива, Омская степная, Безенчукская степная. Слабой реакцией на условия среды обладали сорта Ангел, Алейская, Зарница Алтая. Фенотипическая корреляция наблюдалась с урожайностью, массой 1000 зерен, натурой зерна, качеством клейковины, цветом макарон. Связь с этими признаками положительная, средняя ($r = 0,30–0,440$).

Ключевые слова: твердая пшеница, сорт, зерно, стекловидность, корреляция, изменчивость.



HARDNESS OF SPRING DURUM WHEAT KERNELS IN THE WEST SIBERIA

M. G. Evdokimov, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory of durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0001-9919-2329;

V. S. Yusov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872;

I. V. Pakhotina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of grain quality, ORCID ID: 0000-0002-97091951;

M. N. Kiriakova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0003-2911-1356

Omsky Agricultural Research Center,

644012, Omsk, Korolev Av., 26; e-mail: misha-emg@rambler.ru, vc_ysov@rambler.ru

There have been presented study results of the spring durum wheat varieties grown in the southern forest-steppe area of the Omsk region on kernel hardness. The objects of research were the varieties of ecological variety testing conducted by various Russian and Ukrainian scientific institutions. The study was conducted in the period from 2003–2015. Experimental plots of 10 m² were placed in 4 sequences. The varieties were sown in weedfree fallow. The soil of the experimental plot was weakly leached blackearth (chernozem), medium humus (6.2%), and loamy. The sowing date is 14–15 of May, the sowing rate is 4.5 million of germinated kernels per ha. The average hardness index in 2003–2015 was 70.1%. The varieties varied from 66.0 (the variety "Svetlana") to 74.6% (the variety "Saratovskaya zolotistaya"). The differences between maximum and minimum were 8.6%. The variation through the years was from 51% to 92%, from 21% (the varieties "Angel", "Omsky korund") to 34% (the variety "Saratovskaya zolotistaya"). The calculated coefficient of variation showed that the variability degree ranged from little to medium. Coefficients of variation varied from 9.3% (the variety "Angel") to 14.3% (the variety "Bezenchukskaya 182"). According to S. A. Eberhart, W. A. Russel the stability index indicates a lower variability of the varieties "Angel", "Omsky korund", "Altayskaya niva", "Nik", "Kharkovskaya 23", "Tavolga". The value of the regression coefficient (bi) for kernel hardness ranged from 0.77 to 1.23. The varieties "Voronezhskaya 9", "Elizavetinskaya", "Altayskaya niva", "Omskaya stepnaya" and "Bezenchukskaya stepnaya" turned to be most responsive to the conditions (according to the Eberhart – Russell test). The varieties "Angel", "Aleyskaya", "Zarnitsa Altaya" had a weak reaction to the environmental conditions. There has been identified phenotypic correlation between the trait and productivity, 1000-kernel weight, nature weight, gluten quality, pasta color. The correlation between these traits is positive, on average $r = 0.30–0.440$.

Keywords: durum wheat, variety, kernels, hardness, correlation, changeability.

Введение. Стекловидность имеет важное значение потому, что она тесно связана с технологическими свойствами зерна. С уменьшением процента стекловидности снижается размер частиц семялины. Кроме того, мучнистость зерна – отрицательный фактор для таких признаков, как варочные свойства и цвет пасты. Поэтому макаронная промышленность

требует сырье с минимальным количеством мучнистых зерен (ГОСТ Р 52554-2006). Стекловидное зерно твердой пшеницы характеризуется повышенной углеводно-амилолитической активностью, оно более плотное по консистенции, имеет более мелкие крахмальные зерна, тесно переплетенные клейковинными белками (Самсонов, 1967).

Стекловидность зерна – признак наследственный, хотя и зависит во многом от условий внешней среды. Основными метеорологическими факторами, влияющими на стекловидность, являются температурный режим в период вегетации, относительная влажность воздуха, водный режим (Евдокимов и Юсов, 2008; Сандакова, 2012). Стекловидность повышается при уменьшении водных запасов в почве, на нее благоприятно влияют сбалансированный запас азота в почве (Вьюшков и др., 2012) и оптимальная обеспеченность фосфором (Лелли, 1980). Данный показатель имеет связь с некоторыми признаками качества зерна и макарон (Надилов и др., 1988; Васильчук, 2001; Евдокимов, 2006; Голик В. С. и Голик О. В., 2008).

В США в зависимости от стекловидности зерно делится на три основных типа: *hard amber durum wheat* (HADW) – твердозерная янтарная твердая пшеница, содержащая 75% и более стекловидных зерен; *amber durum wheat* (ADW) – янтарная твердая пшеница, содержащая 60–74% стекловидных зерен, и *durum wheat* (DW) – твердая пшеница с содержанием стекловидных зерен менее 60% (Official US Standards for Grain Wheat, 2014).

Канадская западная янтарная пшеница *durum* (Canada Western Amber Durum) имеет 5 классов. Для класса № 1 CWAD минимальная стекловидность установлена 80%; для № 2 CWAD – 60%; для № 3 CWAD – 40%; для № 4 и 5 CWAD – не ограничена (Dexter et al., 2006). На Украине минимальное значение для первого класса составляет 70%; второго – 60; третьего – 50; четвертого – 40%; для пятого – не ограничивается (Голик В. С. и Голик О. В., 2008). В России требования к стекловидности зерна более жесткие. В соответствии с ГОСТ Р 52554-2006 (Пшеница. Технические условия, 2006) для 1-го и 2-го классов минимальная стекловидность установлена 85%; для 3-го класса – 70%; для 4-го и неклассной пшеницы – не ограничена.

Цель исследований – оценка сортов яровой твердой пшеницы по стекловидности зерна и поиск генотипов с высокими и стабильными показателями стекловидности.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований служили сорта экологического сортоиспытания различных научных учреждений России и Украины: Гордеиформе 10, Алмаз, Омский рубин, Ангел, Омская янтарная, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская степная (Омский АНЦ); Алтайская нива, Зарница Алтая, Алейская (ФАНЦА); Саратовская золотистая, Ник, Елизаветинская (ФГБНУ НИИСХ Ю-В); Безенчукская 182, Безенчукский янтарь, Безенчукская степная, Памяти Чеховича (Самарский НИИСХ, филиал Самарского НЦ); Краснокутка 10 (Краснокутская СОС); Харьковская 23 (УкрНИИРСИГ); Воронежская 9, Светлана, Таволга (ФГБНУ НИИСХ ЦЧП). Исследования

проводились в течение 2003–2015 гг. Опытные делянки площадью 10 м² размещались в 4 повторениях. Предшественник – чистый пар. Почва опытного участка – чернозем слабовыщелоченный среднегумусный (6,2%) тяжелосуглинистый. Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Благоприятные годы для формирования зерна с высокой стекловидностью – 2003, 2005, 2008, 2011; средние – 2004, 2007, 2010, 2014; неблагоприятные – 2006, 2009, 2012, 2013, 2015 (Агрометеорологический бюллетень, 2003–2018 гг.). Показатель стекловидности определяли процентным содержанием стекловидных зерен путем разрезания каждого зерна в анализируемой пробе (ГОСТ 10987-76, с изменениями в редакции 2018 г.).

Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову (1973). Параметры экологической пластичности рассчитывали по S. A. Eberhart, W. A. Russel в изложении В. А. Зыкина и др. (1984). При этом использовали компьютерную программу Excel.

Результаты и их обсуждение. В годы исследований показатели стекловидности в экологическом сортоиспытании имели существенные различия.

Средний показатель стекловидности за 2003–2015 гг. составил 70,1%. По сортам варьирование наблюдалось от 66,0% у Светланы до 74,6% у Саратовской золотистой (табл. 1). Различия между крайними вариантами составили 8,6%. Варьирование по годам наблюдалось от 51 до 92% с размахом изменчивости от 21% (Ангел, Омский корунд) до 34% (Саратовская золотистая). Расчет коэффициента вариации показал, что степень изменчивости невысока. Коэффициенты вариации изменялись от 9,3% у Ангела до 14,3% у Безенчукской 182. Показатель стабильности по S. A. Eberhart, W. A. Russel свидетельствует о более низкой вариабельности признака у сортов Ангел, Омский корунд, Алтайская нива, Ник, Харьковская 23, Таволга. Значение коэффициента регрессии (b_i) по стекловидности зерна находилось в пределах от 0,77 до 1,23. Наиболее отзывчивы на условия среды (по тесту Эберхарта – Рассела) по этому признаку сорта Воронежская 9, Елизаветинская, Алтайская нива, Омская степная, Безенчукская степная. Слабой реакцией на среду обладали сорта Ангел, Алейская, Зарница Алтая. Следовательно, в качестве исходного материала на повышение стекловидности представляют интерес сорта с относительно высокой и более стабильной стекловидностью – Омский корунд, Таволга и с высокой стекловидностью – Жемчужина Сибири, Саратовская золотистая, Памяти Чеховича. Эти генотипы используются нами в селекционном процессе.

По результатам изучения питомника экологического испытания наблюдалась тенденция некоторого снижения стекловидности зерна по годам, о чем свидетельствует линия тренда (рис. 1).

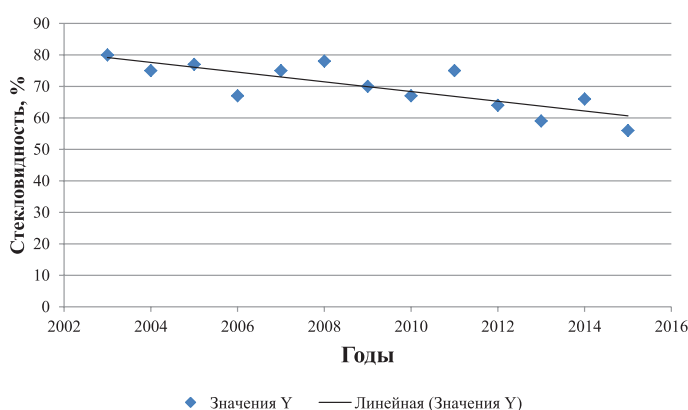


Рис. 1. Среднее значение стекловидности изученных сортов экологического сортоиспытания

Fig. 1. Average hardness value of the varieties studied in the ecological variety-testing

1. Стекловидность зерна и ее изменчивость у сортов твердой яровой пшеницы
в экологическом сортоиспытании

1. Kernel hardness and its variability in spring durum wheat varieties in the ecological variety-testing

Сорт	Стекловидность, % (среднее за 2003–2015 гг.)	Лимиты по годам (min – max), %	Размах по годам, %	Коэффициент вариации (CV), %	bi	σ^2_d
Гордеиформе 10	72,7	58–89	31	12,8	1,06	23,98
Алмаз	70,2	57–82	25	11,3	0,90	18,41
Омский рубин	71,0	55–84	29	12,5	1,06	15,59
Ангел	69,5	57–78	21	9,3	0,77	8,18
Омская янтарная	67,5	53–81	28	11,7	0,95	11,57
Омский корунд	70,2	57–78	21	10,2	0,88	7,80
Жемчужина Сибири	73,3	61–92	31	12,0	0,98	24,55
Омская степная	71,7	56–85	29	12,8	1,11	15,25
Алтайская нива	70,7	56–84	28	13,0	1,15	9,38
Зарница Алтая	69,2	57–83	26	10,4	0,83	13,62
Алейская	68,2	58–85	27	10,5	0,80	16,21
Саратовская золотистая	74,6	57–91	34	12,4	0,95	38,14
Ник	67,7	56–79	23	10,4	0,88	5,22
Елизаветинская	72,2	56–86	30	14,2	1,21	24,23
Безенчукская 182	69,0	52–83	31	14,3	1,11	28,83
Безенчукский янтарь	70,9	54–84	30	12,3	1,03	16,33
Безенчукская степная	70,0	56–83	27	13,8	1,15	19,12
Памяти Чеховича	73,1	55–85	30	11,7	0,99	19,04
Краснокутка 10	68,5	53–79	26	13,5	1,08	20,94
Харьковская 23	67,5	55–77	22	10,9	0,88	10,72
Воронежская 9	68,5	53–85	32	14,9	1,23	19,83
Светлана	66,0	51–81	30	13,9	1,10	16,36
Таволга	70,5	57–81	24	10,5	0,89	10,64
Среднее по сортам	70,1	–	28	–	–	–
Max	74,6	–	34	14,9	1,23	38,14
Min	66,0	–	21	9,3	0,77	5,22
Размах по сортам	8,6	–	13	5,7	–	–
НСР ₀₅	5,4	–	–	–	–	–

Генотипические коэффициенты корреляции стекловидности с урожайностью и показателями качества зерна очень нестабильны: только в некоторые годы наблюдалась положительная связь с урожайностью ($r = 0,41–0,62$), натурой зерна ($r = 0,34–0,62$); с крупностью зерна связь не прослеживается; с содержанием белка и клейковины, с цветом макарон, продолжительностью вегетации зависимость от отрицательной до положительной. Средовая корреляция по сортам составляла: с урожайностью – от $-0,03$ до $0,38$; массой 1000 зерен – $0,20–0,49$; натурой – $0,22–0,36$; клейковиной – $0,10–0,62$; ИДК – $0,13–0,72$; цветом макарон – $0,29–0,66$; продолжительностью вегетации – от $-0,35$ до $0,31$. Фенотипическая корреляция (генотипическая + средовая) наблюдается

с урожайностью, массой 1000 зерен, натурой зерна, качеством клейковины, цветом макарон (табл. 2). Связь с этими признаками средняя положительная ($r = 0,30–0,440$).

Следует отметить, что полученные нами коэффициенты корреляции не совсем согласуются по некоторым признакам с ранее проведенными исследованиями. По данным В. С. Голика (2008), стекловидность имеет отрицательную связь с натурой зерна, а в наших исследованиях она положительная. По нашим данным, между стекловидностью и содержанием белка и клейковины связь несущественна, что согласуется с данными Н. С. Васильчука (2001), С. В. Зверева и др., (2017), однако тесная положительная отмечена В. С. Голиком (2008).

2. Коэффициенты корреляции стекловидности зерна с вегетационным периодом, урожайностью, показателями качества зерна твердой яровой пшеницы

2. Correlation coefficients between kernel hardness and vegetation period, productivity, qualitative traits of spring durum wheat

Признак	Годы, г _r													г _ф
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Урожайность	0,18	-0,05	-0,19	0,62	0,23	0,05	-0,09	-0,08	-0,05	0,21	0,01	0,41	0,50	0,37
Масса 1000 зерен	0,12	-0,13	-0,22	0,21	0,20	-0,10	-0,18	0,11	0,02	-0,15	0,10	0,20	0,08	0,32
Натура	0,39	0,37	0,30	0,35	0,62	-0,02	-0,07	0,29	0,34	0,23	0,36	0,00	0,22	0,30
Клейковина	0,09	-0,27	-0,04	0,61	-0,11	0,04	0,18	0,18	-0,24	0,19	0,10	-0,65	-0,33	0,21
ИДК	0,13	-0,26	0,19	0,39	-0,03	0,06	-0,22	0,41	-0,07	0,06	-0,16	-0,41	-0,31	0,38
Цвет макарон	0,16	0,22	0,29	0,29	0,17	0,23	-0,06	-0,40	0,27	0,08	0,43	0,28	0,03	0,44
Белок	0,10	-0,22	0,04	0,40	-0,22	-0,01	0,09	-0,03	-0,40	0,09	0,14	-0,52	-0,39	0,21
ВП	0,18	0,15	-0,14	0,25	0,05	-0,33	0,03	-0,20	-0,12	0,12	0,25	0,11	0,34	0,01

г_r – генотипический коэффициент корреляции; г_ф – фенотипический коэффициент корреляции.

Выделены значения г, достоверные при 1% уровне значимости.

С качеством клейковины в одном случае связь отрицательная (Васильчук, 2001), в другом – она незначительна (Голик, 2008). Нами в этом наборе сортов отмечена положительная связь. Цвет макарон, по нашим данным, связан со стекловидностью, а Б. Т. Надиров (1988), В. С. Голик (2008) ранее пришли к выводу, что связь отсутствует. Некоторая противоречивость данных обусловлена тем, что исследования проводились в разных условиях и на различных наборах сортов. В то же время это еще раз подтверждает сильную зависимость данного показателя от условий выращивания.

Выводы

1. Средний показатель стекловидности за 2003–2015 гг. составил 70,1%. По сортам варьирование наблюдалось от 66,0% у Светланы до 73,1–74,6% у Жемчужины Сибири, Памяти Чеховича, Саратовской золотистой. Различия между крайними вари-

антами составили 8,6%. Варьирование по годам наблюдалось от 51 до 92% с размахом изменчивости от 21% (Ангел, Омский корунд) до 34% (Саратовская золотистая).

2. Расчет коэффициента вариации показал, что степень изменчивости признака колеблется от слабой до средней. Коэффициенты вариации составляли от 9,3% у Ангела до 14,9% у Воронежской 9.

3. Фенотипическая корреляция выявлена с урожайностью, массой 1000 зерен, натурой зерна, качеством клейковины, цветом макарон. Связь с этими признаками средняя положительная ($r = 0,30-0,440$).

4. Наибольший интерес в качестве исходного материала представляют сорта с относительно высокой и более стабильной стекловидностью – Омский корунд, Таволга и с высокой стекловидностью – Жемчужина Сибири, Саратовская золотистая, Памяти Чеховича.

Библиографические ссылки

1. Агрометеорологический бюллетень. Омск: Омский ЦГМС, 2003–2018.
2. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов, 2001. 123 с.
3. Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. Самара, 2012. 266 с.
4. Голик В. С., Голик О. В. Селекция *Triticum durum* Desf. Харьков: Магда ЛТД, 2008. 519 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 335 с.
6. Евдокимов М. Г. Селекция яровой твердой пшеницы в Сибирском Прииртышье. Омск: Сфера, 2006. 220 с.
7. Евдокимов М. Г., Юсов В. С. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье. Омск: Сфера, 2008. 160 с.
8. Зверев С. В., Панкратьева И. А., Политуха О. В. и др. Стекловидность как показатель качества зерна пшеницы // Хранение и переработка зерна. 2017. № 11(219). С. 33–34.
9. Зыкин В. А., Мешков В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ. Новосибирск, 1984. 24 с.
10. Лелли Я. Селекция пшеницы / пер. с англ. Н. Б. Ронис. М.: Колос, 1980. 384 с.
11. Надиров Б. Т., Морунова Г. М., Драчева Л. М. Информативность признаков качества зерна яровой твердой пшеницы // Селекция и урожай. 1988. С. 57–63.
12. Самсонов М. М. Сильные и твердые пшеницы СССР. М.: Колос. 1967. 167 с.
13. Сандакова Г. Н. Научно обоснованные параметры модели погодных условий для формирования высокостекловидного зерна твердой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного университета. 2012. № 5. С. 33–37.
14. Dexter J. E., Preston K. R., Woodbeck N. J. Canadian wheat / Chapter 6 Future of flour a compendium of flour improvement. 2006. Pp. 43–62.

References

1. Agrometeorologicheskij byulleten' [Agrometeorological bulletin]. Omsk: Omskij CGMS, 2003–2018.
2. Vasil'chuk N. S. Selekcija yarovoj tverdoj pshenicy [Spring durum wheat breeding]. Saratov, 2001. 123 s.
3. V'yushkov A. A., Mal'chikov P. N., Syukov V. V., Shevchenko S. N. Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie yarovoj pshenicy [Breeding and genetic improvement of spring wheat]. Samara, 2012. 266 s.
4. Golik V. S., Golik O. V. Selekcija *Triticum durum* Desf. [*Triticum durum* Desf. breeding]. Har'kov: Magda LTD, 2008. 519 s.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1973. 335 s.

6. Evdokimov M. G. Selekcija yarovoj tvrdoj pshenicy v Sibirskom Priirtysh'e [Selection of spring durum wheat in the Siberian Irtysh]. Omsk: Sfera, 2006. 220 s.
7. Evdokimov M. G., Yusov V. S. Yarovaya tverdaya pshenica v Sibirskom Priirtysh'e [Spring durum wheat in the Siberian pre-Irtysh]. Omsk: Sfera, 2008. 160 s.
8. Zverev S. V., Pankrat'eva I. A., Polituha O. V. i dr. Steklovidnost' kak pokazatel' kachestva zerna pshenicy [Kernel hardness as an indicator of wheat grain quality] // Hranenie i pererabotka zerna. 2017. № 11(219). S. 33–34.
9. Zykin V. A., Meshkov V. V., Sapega V. A. Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennyh rastenij, ih raschet i analiz [Parameters of ecological adaptability of agricultural plants, their calculation and analysis]. Novosibirsk, 1984. 24 s.
10. Lelli Ya. Selekcija pshenicy [Wheat Breeding] / per. s angl. N. B. Ronis. M.: Kolos, 1980. 384 s.
11. Nadirov B. T., Morunova G. M., Dracheva L. M. Informativnost' priznakov kachestva zerna yarovoj tvrdoj pshenicy [Informational content of quality traits of spring durum wheat grain] // Selekcija i urozhaj. 1988. S. 57–63.
12. Samsonov M. M. Sil'nye i tverdye pshenicy SSSR [Strong and durum wheat of the USSR]. M.: Kolos. 1967. 167 s.
13. Sandakova G. N. Nauchno obosnovannye parametry modeli pogodnyh uslovij dlya formirovaniya vysokosteklovidnogo zerna tvrdoj pshenicy v central'noj zone Orenburgskoj oblasti [Scientifically substantiated parameters of the weather model for the formation of super-hard durum wheat in the Central zone of the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. № 5. S. 33–37.
14. Dexter J. E., Preston K. R., Woodbeck N. J. Canadian wheat / Chapter 6 Future of flour a compendium of flour improvement. 2006. Pp. 43–62.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.358:631.53

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-29-33

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХА В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. А. Васильченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;
Г. В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

А. Р. Ашиев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

Ю. В. Лактионов², кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, 196608, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, 3

Для Российской Федерации горох посевной является традиционной возделываемой сельскохозяйственной культурой, востребованной как в пищевой промышленности за свои прекрасные вкусовые качества, так и в животноводстве за высокое содержание кормовых единиц и сбалансированного белка (до 90% белка составляют легкорастворимые альбумины и глобулины), способствующих снижению затрат на кормление животных. В статье представлены результаты исследований лаборатории технологии возделывания пропашных культур (ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской») за 2015–2016 гг. по изучению влияния стимуляторов роста (Этихол, Гумистим), биоорганического удобрения Интермаг Профи Стручковые и Бобовые и биопрепарата Ризоторфин на продуктивность среднеспелого сорта гороха донской селекции (ФГБНУ ФРАНЦ) Аксайский усатый 7. Почва опытного участка благоприятна для выращивания гороха: содержание гумуса в пахотном слое – 3,36%; pH – 7,0; P₂O₅ – 24,4; K₂O – 360 мг/кг почвы. Изучаемые препараты оказали влияние на элементы структуры урожая и урожайность зерна. Достоверные прибавки урожайности отмечались при применении большинства препаратов. Наибольшая прибавка урожайности на 0,57 т/га, или 26,4% к контролю, отмечалась при применении Интермаг Профи Стручковые и Бобовые. Данный вариант опыта, по сравнению с другими вариантами, отличался также лучшими показателями энергетической (прибавка к контролю чистого энергетического дохода составила 9,48 ГДж/га, снижение энергоемкости – на 1,14 ГДж/т, повышение коэффициента энергетической эффективности – на 0,59 единицы) и экономической (увеличение условно чистого дохода на 6507 руб/га при снижении себестоимости продукции на 1232 руб/т и повышении уровня рентабельности на 27%) эффективности.

Ключевые слова: горох, урожайность, экономическая и энергетическая эффективность.



THE IMPACT OF AGROCHEMICALS AS THE ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGIES OF PRODUCTIVE PEAS IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

S. A. Vasilchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of row crop cultivation technology, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

G. V. Metlina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of row crop cultivation technology, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

A. R. Ashiev¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of legume breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

Yu. V. Laktionov², Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273

¹Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²All-Russian Research Institute of Agricultural microbiology,

196608, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbelsky Hw., 3

For the Russian Federation, pea is a traditional cultivated agricultural crop, demanded both in the food industry for its excellent taste and in livestock for a high content of forage units and balanced protein (up to 90% of the protein are of easily soluble albumin and globulins), which contribute to lower costs for animal feeding. The current paper has presented the working results of the laboratory of row crop cultivation technology (FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy") for 2015–2016, which studied the impact of growth stimulants ("Etikhol", "Gumistim"), bioorganic fertilizers "Intermag Profi", and biological product "Rizotorfin" on the productivity of the middle-ripening pea variety "Aksaysky usaty 7". The soil of the experimental plot is favorable for peas growing, as the humus content in the arable layer is 3.36%, pH is 7.0, P₂O₅ is 24.4; K₂O is 360 mg per one kg of soil. The studied preparations had an impact on the elements of the yield structure and grain productivity. Productivity has significantly improved due to application of most fertilizers. The largest productivity increase on 0.57 t/ha or 26.4% to the control was observed with the use of "Intermag Profi". This experiment had also better energetic and economic indicators compared to other variants. The increase of net energy income compared to control was 9.48 GJ/ha, the decrease in energy intensity was on 1.14 GJ/t, the increase of energetic efficiency was on 0.59 units. The increase of net income was on 6507 rubles/ha, the cost of production reduced on 1232 rubles/ton and profitability increased on 27%.

Keywords: peas, productivity, economic and energetic efficiency.

Введение. Особое значение для производства сбалансированных по протеину комбикормов, без которых невозможно получить животноводческую продукцию высокого качества, имеют зерновые бобовые культуры, в том числе горох (Савельев, 2017).

В рейтинге сельскохозяйственного производства РФ Ростовская область занимает второе место по производству зерновых и зернобобовых культур (15% от общероссийского производства) (Официальный портал Правительства Ростовской области). Наибольшие площади из всех зернобобовых культур занимает горох посевной (*Pisum sativum* L.). Согласно статистическим данным, представленным на сайте Росстата, в Ростовской области с 2007 по 2017 г. отмечалось более чем двукратное увеличение посевных площадей под горох, что связано с ростом производства продукции животноводства (за 10 лет прирост составил 17,1% – с 323,3 тыс. т в 2007 г. до 378,5 тыс. т в 2017 г.).

Однако урожайность зерна гороха в Ростовской области, в силу неустойчивости увлажнения за вегетационный период, сильно изменяется по годам. Так, если в 2017 г. урожайность гороха составляла 3,22 т/га, то в следующем – всего 1,28 т/га, составляя разницу по годам более 60% (Бюллетени о состоянии сельского хозяйства).

Для повышения урожайности применяют дополнительные источники питания в виде микроудобрений и стимуляторов роста, способствующие увеличению урожайности зерна зернобобовых культур более чем на 30% (Васильченко, 2017). Поэтому изучение элементов технологии возделывания, способствующих полной реализации генетического потенциала гороха в условиях неустойчивого увлажнения, является актуальным.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории технологии возделывания пропашных культур (ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской») в южной зоне Ростовской области в 2015–2016 гг. Объектом исследований являлся сорт гороха Аксайский усатый 7 (среднеспелый) селекции ФГБНУ ФРАНЦ, допущенный к использованию в 1999 г. в 29 регионах РФ (Госсорткомиссия, 2019). Отличительной особенностью сорта является устойчивость к полеганию, что способствует более полной и качественной уборке урожая.

Агротехника возделывания гороха общепринятая, за исключением изучаемого элемента технологии возделывания (Зональная система земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг., 2013). Посев осуществляли сеялкой СН-16. Норма высева – 1,2 млн шт/га.

Повторность опыта – четырехкратная, учетная площадь делянки – 20 м², расположение делянок – систематическое. Глубина заделки семян – 5–6 см. Предшественник – озимая пшеница. Уборку опытных делянок осуществляли с помощью селекционного комбайна Сампо 2010.

Убранные семена подвергали очистке и доводили до 100% чистоты и 14% влажности.

Проведение полевых опытов и статистическую обработку данных осуществлялись по методике Б. А. Доспехова (2014). Биометрические данные обрабатывали на персональном компьютере с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003, CXStat.

Препараты, используемые в опытах:

Интермаг Профи Стручковые и Бобовые – легкоусваиваемое удобрение для листовой подкормки бобовых растений – зернобобовых (горох, соя и др.) и бобовых трав (клевер, люцерна и др.), выращиваемых на зерно или на силос. Содержит азот (18%), магний (2,4%), серу (1,2%), железо (0,36%), бор (0,6%), молибден (0,0036%), марганец (0,48%), медь (0,24%), цинк (0,36%). Расход препарата составляет 2 л/га (Интермаг Профи Стручковые и Бобовые, 2019).

Гумистим – жидкое, экологически чистое органическое удобрение, произведенное из биогумуса. Содержит в себе все компоненты биогумуса в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов (Гумистим – жидкое органическое удобрение).

Этихол – стресспротектор-фиторегулятор нового поколения, обладает ауксиновой и ретардантной активностью (Гафуров Р., 2003–2004).

Ризоторфин (штамм 2636) (далее – р/н 2636) – бактериальный препарат на основе клубеньковых бактерий для предпосевной обработки семян. В результате применения инокулянта для бобовых (соя, нута, гороха, люцерны и т. д.) на корнях растения образуются клубеньки, которые фиксируют молекулярный азот (N₂) из воздуха и переводят его в доступную для растений форму (NH₄⁺) (Ризоторфин – промышленный инокулянт для всех видов бобовых культур).

Годы исследований характеризовались высокой влагообеспеченностью посевов и умеренными среднесуточными температурами воздуха. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) за вегетационный период гороха в годы исследований был выше 1 (2015 г. – 1,54; 2016 г. – 1,32), что свидетельствует об отсутствии засухи. Осадки в эти годы были распределены неравномерно (рис. 1).

Сумма осадков за март – июнь 2015 г. составила 290,1 мм против 253,4 мм в 2016 г., что на 87,8 и 51,1 мм выше среднегодовой нормы осадков.

Так, если в 2015 г. распределение осадков было близко к среднегодовой норме (снижение на 11,7 мм в марте и превышение на 18,4–42,7 мм в апреле – июне), то в 2016 г. подобного не отмечалось (в апреле и июне снижение на 30,7 и 51,8 мм соответственно, а в марте и мае превышение до 105,5 мм).

Среднесуточная температура воздуха в период с марта по июнь была выше среднегодовой нормы на 0,7 и 1,9 °С в 2015 и 2016 гг. соответственно (рис. 2).

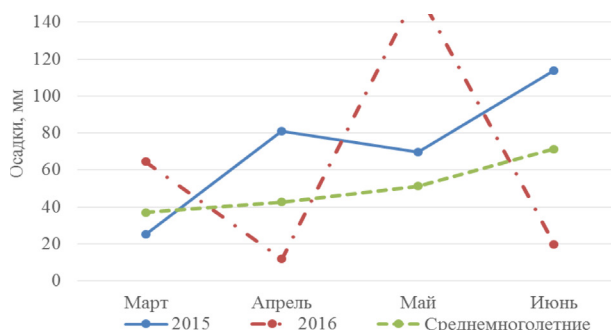


Рис. 1. Распределение атмосферных осадков за вегетационный период гороха (2015–2016 гг.)

Fig. 1. Distribution of precipitations during peas vegetation period (2015–2016)

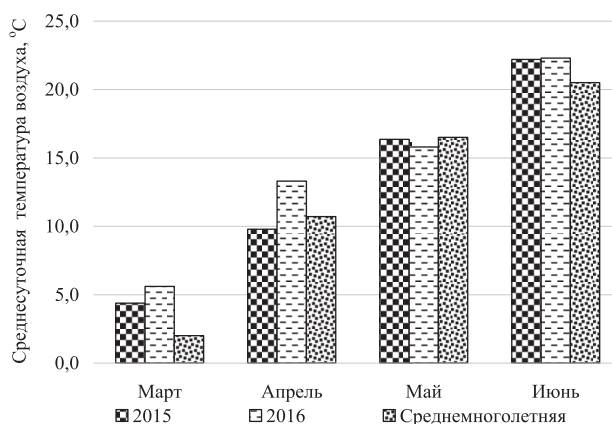


Рис. 2. Среднесуточная температура воздуха в вегетационный период возделывания гороха (2015–2016 гг.)

Fig. 2. Daily average air temperature during peas vegetation period (2015–2016)

Из-за высоких температур воздуха после цветения отмечалось ускоренное созревание гороха.

Результаты и их обсуждение. Изучаемые препараты оказывали влияние на показатели семенной продуктивности растений гороха. Наибольшее количество бобов формировалось при применении Интермаг Профи Стручковые и Бобовые – 4,45 шт. Также в этом варианте отмечалось максимальное количество семян в бобе и, соответственно, наибольший выход семян с растения – 17,40 шт. (табл. 1).

Под влиянием изучаемых препаратов изменялись показатели структуры урожая гороха.

Максимальная масса зерна с растения отмечалась при обработке Интермаг Профи Стручковые и Бобовые, где превышение к контролю составляло 0,97 г. В опыте не отмечалось достоверного превышения к контролю массы 1000 зерен.

Таким образом, улучшение минерального питания растений гороха вследствие применения микроудобрения Интермаг Профи Стручковые и Бобовые положительно отразилось на показателях зерновой продуктивности гороха.

Погодные условия в годы исследований благоприятствовали росту и развитию растений гороха, что отразилось на урожайности зерна (табл. 2).

1. Влияние препаратов на показатели структуры урожая гороха

1. The impact of preparations on indicators of the peas yield structure

Вариант	Количество, шт.						Масса, г			
	бобов на растение	± к контролю	семян в бобе	± к контролю	семян с растения	± к контролю	зерна с растения	± к контролю	1000 зерен	± к контролю
Контроль	4,00		3,65		14,60		3,23		221,7	
Интермаг Профи Стручковые и Бобовые	4,45	0,45	3,91	0,26	17,40	2,80	4,20	0,97	238,5	16,8
Гумистим	4,40	0,40	3,75	0,10	16,50	1,90	3,93	0,70	235,1	13,4
Этихол	4,25	0,25	3,71	0,06	15,75	1,15	3,58	0,35	232,8	11,1
Р/н 2636	4,15	0,15	3,76	0,11	15,60	1,00	3,75	0,52	226,2	4,5
НСР ₀₅	–	0,17	–	0,23	–	1,18	–	0,61	–	23,1

2. Влияние препаратов на урожайность гороха, т/га

2. The impact of preparations on pea productivity, t/ha

Вариант	Год		Средняя	Прибавка к контролю	
	2015	2016		т/га	%
Контроль	2,28	1,99	2,14	–	–
Интермаг Профи Стручковые и Бобовые	2,99	2,42	2,71	0,57	26,4
Гумистим	2,78	2,37	2,58	0,44	20,3
Этихол	2,61	2,27	2,44	0,30	14,0
Р/н 2636	2,44	2,26	2,35	0,21	9,8
НСР ₀₅	0,21	0,15	0,29	–	–

В среднем за годы исследований урожайность гороха в контрольном варианте составляла 2,14 т/га. Варианты опыта с применением Интермаг Профи Стручковые и Бобовые, Гумистим и Этихол превышали контроль на 0,57; 0,44 и 0,30 т/га соответственно.

При применении штамма Ризоторфина 2636 существенного превышения урожайности к контролю не отмечалось.

Для гороха как влаголюбивой культуры более важное значение имеет влагообеспеченность, по-

этому применение Ризоторфина не оказало значимого влияния на урожайность по сравнению с препаратами, в состав которых входили макро- и микроэлементы в биодоступной для растений форме. Применение Ризоторфина способствовало формированию на корнях растений гороха клубеньков, однако процесс азотфиксации требует большого количества энергии и воды, что

отразилось на развитии растений и не позволило им в полной мере реализовать свой генетический потенциал.

Применение Этихола способствовало снижению негативного влияния холодного (апрель) и теплового (июнь) стрессов при развитии растений гороха.

Оценка энергетических показателей применения препаратов представлена в таблице 3.

3. Влияние препаратов на показатели энергетической эффективности возделывания гороха 3. The impact of preparations on energetic efficiency indicators of pea cultivation

Вариант	Энергии в урожае, ГДж/га	Совокупные энергетические затраты, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Энергоемкость продукции, ГДж/т	КЭЭ*
Контроль	37,77	13,82	23,95	6,47	2,73
Интермаг Профи Стручковые и Бобовые	47,85	14,42	33,43	5,33	3,32
Гумистим	45,56	14,31	31,25	5,56	3,18
Этихол	43,17	14,12	29,05	5,78	3,06
Р/н 2636	41,57	14,14	27,44	6,01	2,94

*КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности.

Более высокая урожайность гороха в вариантах применения различных препаратов способствовала получению высокого содержания энергии в урожае.

Содержание энергии в урожае напрямую зависит от урожайности. Наибольшее значение данного показателя отмечалось при обработке семян микроэлементным удобрением Интермаг Профи Стручковые и Бобовые – 47,85 ГДж/га.

Совокупные энергетические затраты на применение препаратов превышали контрольный вариант на 0,30–0,60 ГДж/га. Максимальные совокупные затраты отмечались при применении Интермаг Профи Стручковые и Бобовые, что связано с дополнительными затратами на уборку прибавки.

Величина чистого энергетического дохода от применяемых препаратов свидетельствует об их энергетической эффективности. Максимальный чистый

энергетический доход отмечался при применении Интермаг Профи Стручковые и Бобовые – 33,43 ГДж/га.

Изучаемый агроприем способствовал снижению энергоемкости продукции. Наименьшая энергоемкость продукции отмечалась при применении Интермаг Профи Стручковые и Бобовые – 5,33 ГДж/т, в этом же варианте отмечался наибольший коэффициент энергетической эффективности – 3,32.

Стоимость валовой продукции напрямую зависит от рыночной цены на зерно гороха. Зерно гороха пользуется стабильно высоким спросом на сельскохозяйственном рынке, поскольку входит в состав большинства кормов для животноводства и птицеводства. Средняя закупочная цена на зерно гороха на 01.03.2019 в Ростовской области составляла 14,3 руб/кг (Информация о ситуации на рынке зерна в Ростовской области на 15.03.2019) (табл. 4).

4. Влияние препаратов на показатели экономической эффективности возделывания гороха 4. The impact of preparations on energetic economic indicators of pea cultivation

Вариант	Стоимость валовой продукции, руб/га*	Производственные затраты, руб/га	Условно чистый доход, руб/га	Себестоимость продукции, руб/т	Рентабельность, %
Контроль	30 531	18 634	11 897	8728	63,8
Интермаг Профи Стручковые и Бобовые	38 682	20 278	18 404	7496	90,8
Гумистим	36 823	19 709,5	17 113	7654	86,8
Этихол	34 892	19 089	15 803	7823	82,8
Ризоторфин 2636	33 605	19 371,5	14 234	8243	73,5

*цена 1 кг зерна гороха – 14,3 руб.

С учетом этой цены стоимость валовой продукции составляла от 30 531 до 38 682 руб/га. Максимальная стоимость валовой продукции отмечалась в варианте Интермаг Профи Бобовые. Более высокие производственные затраты в опыте отмечались в варианте применения Интермаг Профи Стручковые и Бобовые, что связано с более высокой ценой на препарат и затратами на уборку и транспортировку дополнительно урожая.

Высокие значения условно чистого дохода свидетельствуют об экономической эффективности ва-

риантов опыта. Данный экономический показатель превышал контроль на 2337–6507 руб/га.

Себестоимость продукции во всех вариантах опыта была ниже рыночной цены на зерно в регионе. Наименьшая себестоимость продукции отмечалась в варианте применения Интермаг Профи Стручковые и Бобовые – 7496 руб/т.

Высокий уровень рентабельности возделывания гороха (от 63,8% на контроле до 90,8% при применении Интермаг Профи Стручковые и Бобовые) свидетельствует о выгоде возделывания гороха в Ростовской

области. Применяемые препараты способствовали росту уровня рентабельности на 9,7–27,0% к контролю.

Выводы. В результате полевых исследований в 2015–2016 гг. было выявлено, что применение минерального удобрения Интермаг Профи Стручковые и Бобовые способствует увеличению урожайности

зерна гороха вследствие улучшения показателей структуры урожая. Максимальные показатели экономической и энергетической эффективности отмечались при применении Интермаг Профи Стручковые и Бобовые: рентабельность – 90,8%; коэффициент энергетической эффективности – 3,32.

Библиографические ссылки

1. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516.
2. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние агроприемов возделывания на продуктивность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3. С. 59–63.
3. Гафуров Р. Зеленая революция по-русски // The Chemical journal. 12.2003–01.2004. С. 32–34.
4. Гумистим – жидкое органическое удобрение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.humistim.ru>.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
6. Интермаг Профи Стручковые и Бобовые [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.pesticidy.ru/agrochemical/intermag_profi_struchkovye_i_bobovye.
7. Информация о ситуации на рынке зерна в Ростовской области на 15.03.2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.don-agro.ru/index.php?id=2380>.
8. Официальный портал Правительства Ростовской области. Сельское хозяйство и АПК [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://old.donland.ru/economy/APK/?pageid=75915>.
9. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2013–2020 гг.). Ч. 2. Ростов н/Д., 2013. 272 с.
10. Сорт Аксайский усатый 7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reestr.gossort.com/reestr/sort/9607188>.
11. Ризоторфин – промышленный инокулянт для всех видов бобовых культур [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ekosspb.ru/catalog/microbiologicheskie-preparaty/rizotorfin>.

References

1. Byulleteni o sostoyanii sel'skogo hozyajstva [Elektronnyj resurs] [Bulletins on the state of agriculture]. Rezhim dostupa: https://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516.
2. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V. Vliyanie agropriyomov vozdel'yvaniya na produktivnost' nuta v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti [The impact of agricultural practices on chickpea productivity in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 3. S. 59–63.
3. Gafurov R. Zelyonaya revolyuciya po-russki [The Russian green revolution] // The Chemical journal. 12.2003–01.2004. S. 32–34.
4. Gumistim – zhidkoe organicheskoe udobrenie [Elektronnyj resurs] ["Gumistim" is a liquid organic fertilizer]. Rezhim dostupa: <http://www.humistim.ru>.
5. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)] Stereotip. izd. Perepech. s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
6. Intermag Profi Struchkovye i Bobovye [Elektronnyj resurs] ["Intermag Profi" Leguminous and Beans]. Rezhim dostupa: http://www.pesticidy.ru/agrochemical/intermag_profi_struchkovye_i_bobovye.
7. Informaciya o situacii na rynke zerna v Rostovskoy oblasti na 15.03.2019 [Elektronnyj resurs] [Information on the situation on the grain market in the Rostov region as of March 15, 2019]. Rezhim dostupa: <https://www.don-agro.ru/index.php?id=2380>.
8. Oficial'nyj portal Pravitel'stva Rostovskoy oblasti. Sel'skoe hozyajstvo i APK [Elektronnyj resurs] [The official portal of the Government of the Rostov region. Agriculture and AIC]. Rezhim dostupa: <http://old.donland.ru/economy/APK/?pageid=75915>.
9. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Rostovskoy oblasti (na period 2013–2020 gg.) [The system of agricultural production in the Rostov region (for the period 2013–2020)]. Ch. 2. Rostov n/D., 2013. 272 s.
10. Sort Aksajskij usatyj 7 [Elektronnyj resurs] [The variety "Aksaysky usaty 7"]. Rezhim dostupa: <https://reestr.gossort.com/reestr/sort/9607188>.
11. Rizotorfin – promyshlennyj inokulyant dlya vsekh vidov bobovyh kul'tur [Elektronnyj resurs] ["Risotorfin" is an industrial inoculant for all types of legumes]. Rezhim dostupa: <https://ekosspb.ru/catalog/microbiologicheskie-preparaty/rizotorfin>.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО И ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССОВ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОРТОВ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В КОНТРАСТНЫЕ ПО ПОГОДНЫМ УСЛОВИЯМ ГОДЫ

В. А. Лиховидова¹, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;

А. С. Казакова², доктор биологических наук, профессор кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, ORCID ID: 0000-0002-0957-3994;

Н. Е. Самофалова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград; e-mail: Kasakova@inbox.ru

Исследования проводили в 2016–2018 гг. Объектом исследований служили три коммерческих сорта селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», один из которых – стандартный сорт Дончанка в системе ГСИ по Ростовской области. Цель исследований заключалась в комплексной оценке семян твердой озимой пшеницы, полученных в контрастные по погодным условиям годы, на устойчивость к недостатку влаги и жаростойкость. По результатам проведенных лабораторных исследований в статье представлены показатели относительной засухоустойчивости и жаростойкости. Изучаемые сорта озимой твердой пшеницы Лазурит и Ониск по всхожести были выше стандартного сорта Дончанка по всем концентрациям раствора. При применении осмотического раствора концентрацией 12 и 14 атм все сорта имели высокую всхожесть и относились к первой группе устойчивости. При критической концентрации осмотического давления (16 атм) количество проросших семян варьирует от 69,4% (Лазурит) до 63% (Дончанка). Установлено, что семена изученных сортов озимой твердой пшеницы характеризовались более низкой всхожестью в условиях возрастающего водного стресса, при этом семена разных лет репродукции имели разную реакцию на водный стресс. Выявлено, что семена изучаемых сортов существенно различались по всхожести после прогрева. Наиболее устойчивым к температурному стрессу оказался сорт Ониск, который имеет всхожесть 86,7% (I группа устойчивости), что на 14% выше контрольного сорта Дончанка. Сорт Лазурит с всхожестью 80,2% также относился к первой группе устойчивости, но превышал контрольный сорт только на 8%. По степени депрессии в накоплении сухой массы проростков под воздействием высоких температур (термотестирование при +54 °C) выделялся также сорт Ониск, степень депрессии которого составила 8,2%. В 2016 г. самым устойчивым был сорт Лазурит, а в 2017 и 2018 гг. – сорт Ониск.

Ключевые слова: озимая твердая пшеницы (лат. *Triticum durum*), засухоустойчивость, жаростойкость, сорт, устойчивость.



THE IMPACT OF WATER AND TEMPERATURE STRESSES ON GERMINATING ABILITY OF WINTER DURUM WHEAT SEEDS YIELDED IN THE YEARS WITH VARIOUS WEATHER CONDITIONS

V. A. Likhovidova¹, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;

A. S. Kazakova², Doctor of Biological Sciences, professor of the department "Agronomy and agricultural crop breeding", ORCID ID: 0000-0002-0957-3994;

N. E. Samofalova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164

¹Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²Azov-Blacksea Engineering Institute of the FSBEI HE "Donskoy SAU"

347740, Rostov region, Zernograd; e-mail: Kasakova@inbox.ru

The study was conducted in 2016–2018. The objects were three commercial varieties developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", one of which was the standard variety "Donchanka" in the SVT system in the Rostov Region. The purpose of the research was to comprehensively estimate winter durum wheat seeds yielded in the years with various weather conditions due to their resistance to moisture deficit and heat. According to the results of laboratory study, the current paper has presented indicators of relative drought tolerance and heat resistance. The germinating ability of the studied varieties of winter durum wheat "Lazurit" and "Oniks" was better than that of the standard variety "Donchanka" in all concentrations of the solution. Using an osmotic solution with a concentration of 12 and 14 atm all varieties possessed great germinating ability and belonged to the first resistance group. At a critical concentration of osmotic pressure (16 atm), the number of germinated seeds ranged from 69.4% ("Lazurit") to 63% ("Donchanka"). It has been established that the seeds of the studied winter durum wheat varieties were characterized by little germinating ability under an increasing water stress, while the seeds of different years of reproduction had a different response to water stress. It has been identified that the seeds of the studied varieties significantly varied in their germinating ability after heating. The variety "Oniks" was the most resistant to temperature stress with a germination rate of 86.7% (1-st resistance group) that is on 14% higher than the control variety "Donchanka". The variety "Lazurit" with a germination rate of 80.2% also belonged to the first resistance group and exceeded the control variety by only 8%. According to the degree of depression in the accumulation of dry sprouts mass under the high temperature impact (thermal testing at +54 °C), the variety "Oniks" was the best with the depression degree of 8.2%. In 2016 the variety "Lazurit" was the most stable, in 2017 and 2018 it was the variety "Oniks".

Keywords: winter durum wheat (*Triticum durum*), drought tolerance, heat resistance, variety, resistance.

Введение. Озимая твердая пшеница является высокоценной культурой, производство которой в Российской Федерации является недостаточным для удовлетворения потребности страны в данном сырье (Самофалова и др., 2016; Самофалова и др., 2014). Одной из причин отказа от массового возделывания озимой твердой пшеницы является проблема получения равномерных всходов. Твердая пшеница отличается высокой стекловидностью, а значит, требует во время набухания и прорастания на 20% больше влаги, чем мягкая пшеница (Казакова и Гайдаш, 2005; Казакова и Лысогоренко, 2011). Погодные условия в Ростовской области складываются таким образом, что осенняя почвенная засуха является частым явлением (Грициенко и Гольдварг, 2015). Большинство возделываемых сортов озимой твердой пшеницы обладают высокой устойчивостью в период налива и созревания зерна, но при этом сильно страдают от недостатка влаги в начальной стадии развития растений. Поэтому изучение степени засухоустойчивости сортов и линий озимой пшеницы в период прорастания и дальнейшей вегетации является важной задачей (Казакова и Лысогоренко, 2009; Самофалова и др., 2014; Щипак и др., 2012). Цель исследований заключалась в комплексной оценке семян твердой озимой пшеницы, полученных в контрастные по погодным условиям годы, на устойчивость к недостатку влаги и жаростойкости.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2016–2018 гг. Объектом исследований служили три коммерческих сорта твердой озимой пшеницы селекции АНЦ «Донской» – Лазурит, Оникс и Дончанка, один из которых стандартный сорт в системе ГСИ (Дончанка) и как сорт дифференциатор (классификатор) по засухоустойчивости. Определение засухоустойчивости косвенными методами проводили в лабораторных условиях по методическому руководству диагностики устойчивости растений (1988). Засуху моделировали с помощью раствора сахарозы, имеющего осмотическое давление 12, 14 и 16 атм. Устойчивость к дефициту влаги семян в период прорастания оценивали после теплового удара, который заключался в том, что семена помещают в термобаню с горячей водой 54 °C на 20 минут, а затем сразу раскладывают в чашки Петри для проращивания. Показателем устойчивости являются всхожесть прогретых семян, а также масса полученных проростков. Для характеристики устойчивости используют не абсолютные значения массы, а степень ее депрессии (уменьшение) по сравнению с контролем. Определение жаростойкости проводили методом термотестирования семян по методическому руководству диагностики устойчивости растений (1988).

Погодные условия в годы исследований сложились разнообразно (2016 г. – умеренно засушливый весенне-летний период вегетации растений; 2017 г. – благоприятный; 2018 г. – остро засушливый), что позволило оценить влияние внешней среды на степень устойчивости к засухе семян, полученных в разные по погодным условиям годы.

Результаты и их обсуждение. Потенциальную устойчивость сортов к различного вида абиотическим стрессам принято изучать на семенах, подвергая их различным воздействиям в период прорастания. В наших исследованиях мы применили лабораторный метод определения потенциальной засухо- и жароустойчивости озимой твердой пшеницы на семенах.

В среднем за три года исследований по определению относительной засухоустойчивости всхожесть семян всех сортов понижалась с увеличением осмотического давления раствора (рис. 1).

Изучаемые сорта озимой твердой пшеницы Лазурит и Оникс показали всхожесть выше стандартного сорта Дончанка по всем используемым концентрациям раствора. При применении осмотического раствора концентрацией 12 и 14 атм все сорта имели высокую всхожесть и относились к первой группе устойчивости. При критической концентрации осмотического давления (16 атм) количество проросших семян озимой твердой пшеницы варьирует от 69,4% (Лазурит) до 63% (Дончанка).

Для практического применения семян разных лет репродукции и для выявления механизмов влияния условий, в которых были выращены семена, рассмотрели устойчивость к модельной засухе за каждый год (рис. 2).

Семена сортов озимой твердой пшеницы, полученные при уборке в 2016 г., имели различную всхожесть как между собой, так и по сравнению с другими годами исследований. Всхожесть в 2016 г. была в пределах от 60 до 84% по трем различным концентрациям осмотического раствора. Всхожесть сорта Лазурит в среднем по трем концентрациям осмотического раствора выше контрольного сорта Дончанка на 4,6%. Показатели всхожести сорта Оникс ниже контрольного сорта на 4,1%, а сорта Лазурит – на 8,9%.

Исследование семян, полученных в 2017 г., показало, что наивысшей всхожестью семян по трем концентрациям осмотического давления (12, 14 и 16 атм) обладает сорт Лазурит, всхожесть которого превышает контрольный сорт Дончанка на 10, 12 и 4% соответственно. Сорт Оникс имеет близкие значения всхожести с сортом Лазурит при концентрации осмотического раствора 12 атм и резко снижает свои показатели при нарастающей модельной засухе. Средняя всхожесть семян урожая 2017 г. по изучаемым сортам и трем концентрациям раствора ниже на 16,2% по сравнению со средней всхожестью 2016 г.

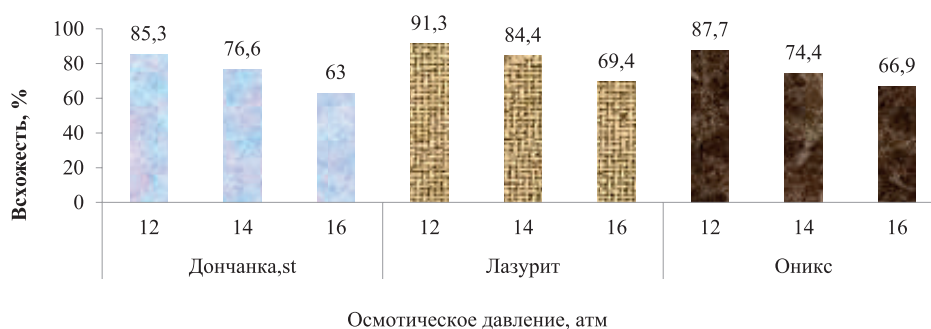


Рис. 1. Всхожесть семян сортов озимой твердой пшеницы на растворах сахарозы с разным осмотическим давлением (среднее за 2016–2018 гг.).

Fig. 1. Germinating ability of winter durum wheat seeds on sucrose solutions with various osmotic pressure (average in 2016–2018)

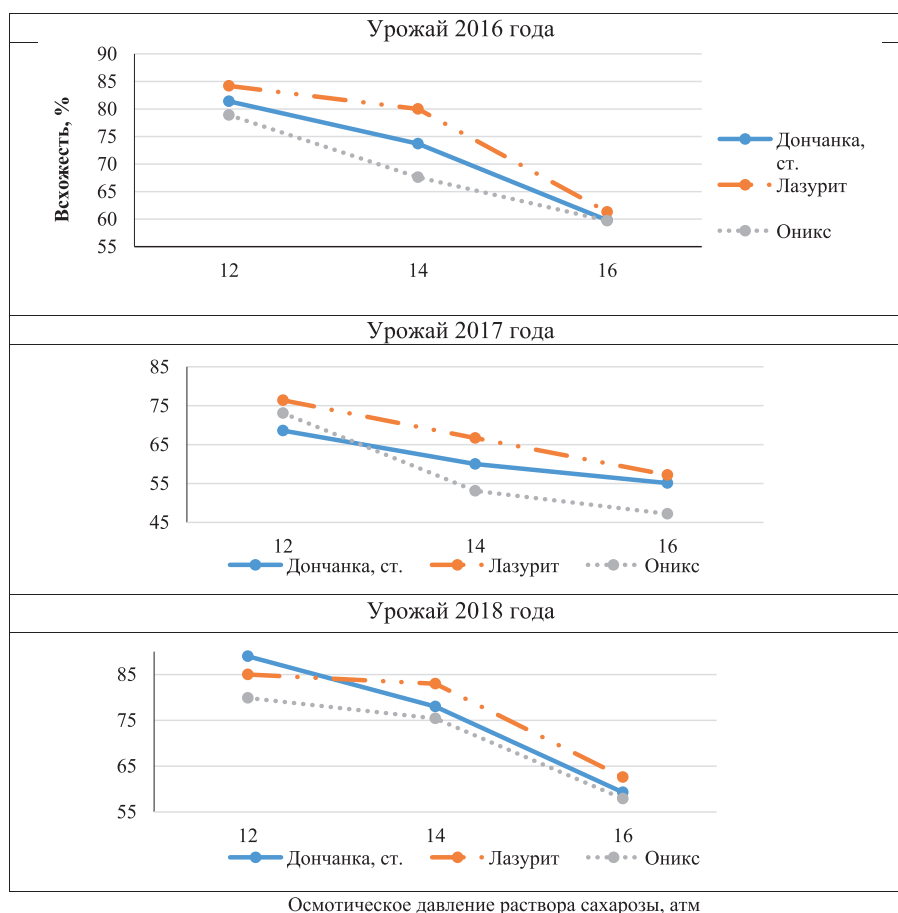


Рис. 2. Всхожесть семян озимой твердой пшеницы разных лет репродукции в условиях возрастающего водного дефицита (модельная засуха)

Fig. 2. Germinating ability of winter durum wheat seeds of different reproduction periods under increasing water deficit (simulated drought)

Определяя степень засухоустойчивости семян твердой озимой пшеницы, полученных в 2018 г., применяли раствор сахарозы концентрацией 12 атм., наибольший процент всхожести имеет контрольный сорт Дончанка, но при моделировании нарастающей засухи, повышении концентрации раствора до 14 и 16 атм сорта Дончанка и Оникс резко снижают свои значения. При этом сорт Лазурит в условиях острой модельной засухи сохраняет высокие показатели всхожести. Средняя всхожесть семян урожая 2018 г. по изучаемым сортам и трем концентрациям раствора по сравнению со средней всхожестью 2016 г. выше на 3,5%, а по сравнению с 2017 г. – на 20,1%.

Таким образом, семена изученных сортов озимой твердой пшеницы имеют более низкую всхожесть в условиях возрастающего водного стресса, при этом семена разных лет репродукции имеют разную реакцию на недостаточную влагообеспеченность.

Жаростойкость семян и степень депрессии массы проростков изученных сортов озимой твердой пшеницы разных лет репродукции представлены на рисунке 3.

По соотношению устойчивости к тепловому удару сорта различались в зависимости от года получения семян: в 2016 г. самым устойчивым был сорт Лазурит, а в 2017 и 2018 гг. – сорт Оникс. Семена сорта-стандарта Дончанка оказались наименее устойчивыми к тепловому стрессу. Максимальный размах значений всхожести семян после прогрева составил для сорта Лазурит 15,7% за годы исследований, а для сорта Оникс – 18,3%. Следует отметить, что наибольшей

всхожестью после прогрева обладали семена, полученные в острозасушливом 2018 г.: по сравнению со всхожестью семян оптимального 2017 г. всхожесть семян сорта Лазурит стала выше на 15,7%, а у сорта Оникс – на 16,2%.

Для получения полной и достоверной величины жаростойкости озимой твердой пшеницы применяли оценку снижения массы проростков после прогревания, что отражает снижение интенсивности ростовых процессов. Семена, получившие тепловой удар в сухом состоянии, при помещении их в оптимальные условия прорастания формируют проростки, у которых масса меньше, чем в контроле. По величине снижения массы проростков из обработанных семян (в % от контроля) провели оценку изучаемых сортов озимой твердой пшеницы (рис. 3). Наименьшей степенью депрессии массы проростков обладает сорт Оникс, а наибольшей – сорт-стандарт Дончанка. Такая закономерность депрессии массы проростков сохраняется во все три года изучения.

На рисунке 4 представлены средние за три года значения жаростойкости семян изучаемых сортов.

Установлено, что семена изучаемых сортов существенно различаются по всхожести после прогрева. Наиболее устойчивым к стрессу (температура) оказался сорт Оникс, который имел всхожесть 86,7% (I группа устойчивости), что на 14% выше контрольного сорта Дончанка. Сорт Лазурит со всхожестью 80,2% также относился к первой группе устойчивости, но превысил контрольный сорт только на 7,8%.

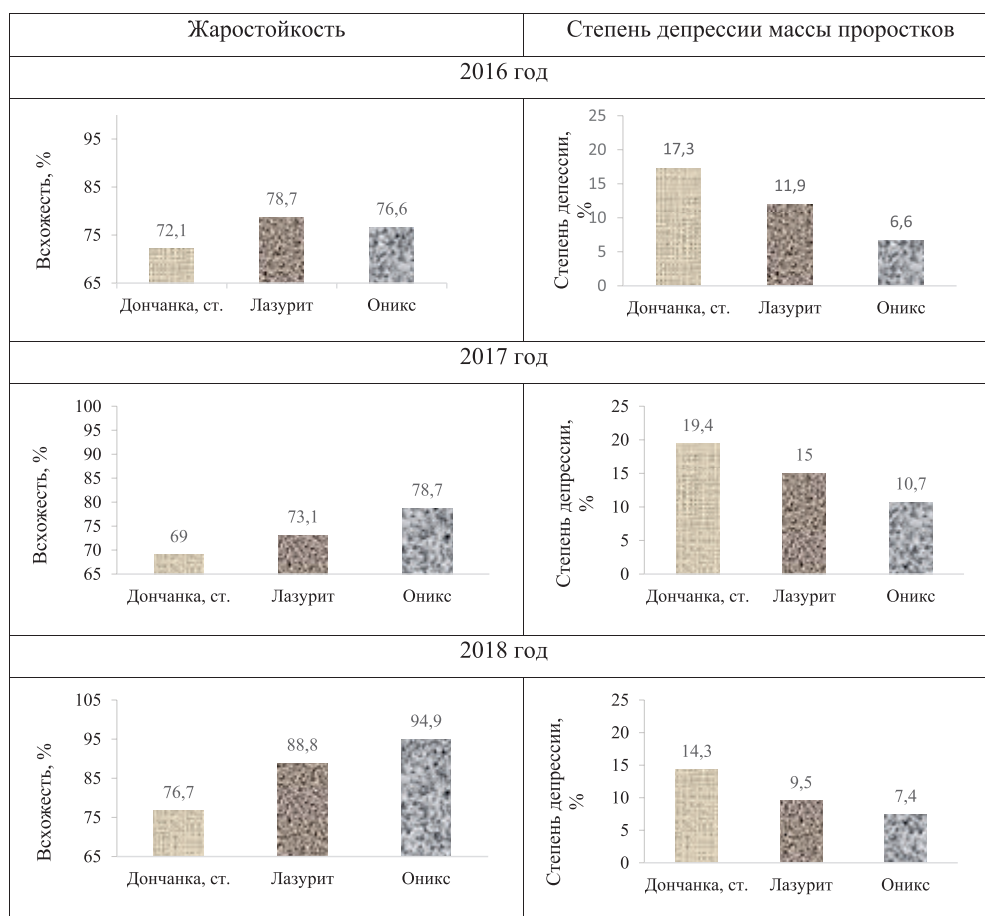


Рис. 3. Всхожесть семян сортов озимой твердой пшеницы после прогрева (жаростойкость) и степень депрессии массы проростков (% уменьшения массы) полученных из этих семян проростков за 2016–2018 гг.

Fig. 3. Germinating ability of winter durum wheat seeds after heating (heat resistance) and degree of depression of dry sprout mass (% of mass decrease) in 2016–2018

По степени депрессии в накоплении сухой массы проростков под воздействием высоких температур выделился также сорт Оникс, степень депрессии которого составила 8,2% (рис. 4).

Степень связи двух показателей жаростойкости семян – всхожесть и степень депрессии массы проростков – оценили по величине коэффициентов

корреляции. Оказалось, что эти показатели для изученных сортов между собой очень тесно связаны: коэффициент корреляции значений всхожести и степени депрессии проростков составил $r = -0,99 \pm 0,17$ для семян 2017, 2018 гг. и среднего за три года. Несколько отличалась величина связи изученных признаков за 2016 г. – $r = -0,67 \pm 0,9$.

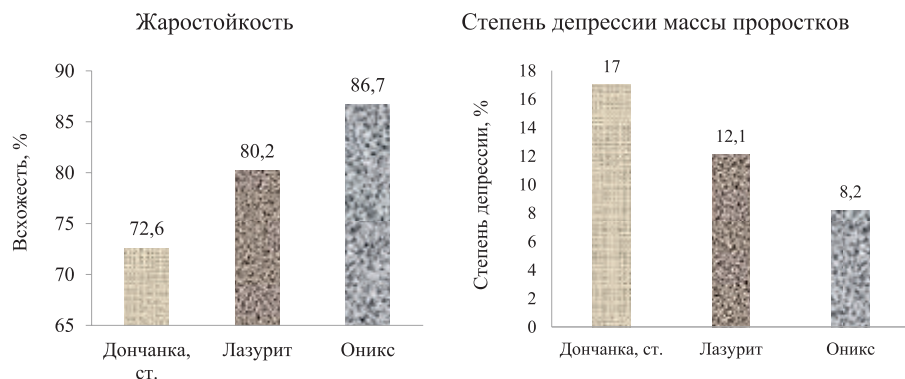


Рис. 4. Всхожесть семян сортов озимой твердой пшеницы после прогрева при 54 °C в течение 20 минут (жаростойкость) и степень депрессии массы проростков (% уменьшения массы), среднее за 2016–2018 гг.

Fig. 4. Germinating ability of winter durum wheat seeds after heating at 54 °C during 20 min (heat resistance) and degree of depression of dry sprout mass (% of mass decrease), average in 2016–2018

Нами было проведено изучение устойчивости семян озимой твердой пшеницы двумя лабораторными методами, которые характеризуют разные стороны устойчивости семян. Проращивание семян на растворах осмотиков позволяет оценить способность семян поглощать воду и величину их сосущей силы, а также способность быстро трогаться в рост. Оценка жаростойкости выявляет потенциальную устойчивость роста и развития растений озимой твердой пшеницы в период активной вегетации в условиях высоких летних температур. Полученные экспериментальные данные позволяют выявить степень связи этих двух признаков. Сопряженность между средними за три года значениями засухоустойчивости и всхожести семян после теплового прогрева практически отсутствовала и составила $r = -0,16 \pm 0,04$, а между засухоустойчивостью и степенью депрессии массы проростков $r = 0,14 \pm 0,05$. Следовательно, на величину всхожести семян в условиях дефицита влаги и всхожести семян после прогрева влияют разные физиологические про-

цессы, в то время как между засухоустойчивостью и степенью депрессии массы проростков зафиксирована хоть и слабая, но положительная связь.

Выводы. Сорта озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» различаются по способности переносить возрастающую засуху в период прорастания семян. Сорт Лазурит способен прорасти при осмотическом давлении внешнего раствора до 16 атм, а семена сорта Оникс резко снижают всхожесть при осмотическом давлении выше 12 атм. Оценка жаростойкости семян и степени депрессии массы проростков может применяться для сравнительной оценки сортов озимой твердой пшеницы и выявления механизма засухоустойчивости, так как было показано, что более устойчивый к высокому осмотическому давлению сорт Лазурит имеет более низкую жаростойкость по сравнению с сортом Оникс. Следовательно, целесообразно проводить комплексную оценку семян озимой твердой пшеницы на устойчивость к недостатку влаги и на жаростойкость.

Библиографические ссылки

1. Грициенко В. Г., Гольдварг Б. А. Озимая твердая пшеница в засушливых условиях юга России // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 41. С. 17–20.
2. Казакова А. С., Гайдаш М. Г. Оценка засухоустойчивости озимой пшеницы селекции Донского селекцентра по прорастанию семян в условиях водного дефицита // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2005. № 4. С. 51–54.
3. Казакова А. С., Лысогоренко М. А. Оценка и отбор устойчивых к дефициту влаги сортов озимой твердой пшеницы как новый элемент в ресурсосберегающей технологии производства зерна // Ресурсосбережение в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. трудов. Ростов н/Д., 2009. С. 187–192.
4. Казакова А. С., Лысогоренко М. А., Самофалова Н. Е. Влияние возрастающего водного стресса на всхожесть семян и мощность проростков озимой твердой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И. Г. Калининко // Вестник аграрной науки Дона: сб. науч. трудов. Зерноград, 2008. № 3. С. 79–84.
5. Казакова А. С., Лысогоренко М. А. Устойчивость озимой твердой пшеницы к дефициту влаги при прорастании семян // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2011. № 3. С. 47–51.
6. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Авраменко М. А. и др. Коммерческие сорта озимой твердой пшеницы и особенности их семеноводства // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6. С. 42–47.
7. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Лещенко М. А. и др. Достижения и проблемы в селекции озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 6(36). С. 15–22.
8. Щипак Г. В., Недоступов Р. А., Щипак В. Г. Селекция озимой твердой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 2. С. 455–463.

References

1. Gricienko V. G., Gol'dvarg B. A. Ozimaya tverdaya pshenica v zasushlivykh usloviyakh yuga Rossii [Winter durum wheat in the arid conditions of southern Russia] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 41. S. 17–20.
2. Kazakova A. S., Gajdash M. G. Ocenka zasuhoustojchivosti ozimoy pshenicy selekcii Donskogo selekcentra po prorastaniyu semyan v usloviyakh vodnogo deficit [Assessment of drought tolerance of winter wheat developed by the "Donskoy" for seed germination in water deficit conditions] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. 2005. № 4. S. 51–54.
3. Kazakova A. S., Lysogorenko M. A. Ocenka i otbor ustojchivyyh k deficitu vlagi sortov ozimoy tverдой pshenicy kak novyy element v resursosberegayushchej tekhnologii proizvodstva zerna [Evaluation and selection of winter durum wheat varieties resistant to moisture deficit as a new element in resource-saving grain production technology] // Resursosberezhenie v sel'skhozaystvennom proizvodstve: sb. nauch. trudov. Rostov n/D., 2009. S. 187–192.
4. Kazakova A. S., Lysogorenko M. A., Samofalova N. E. Vliyanie vozrastayushchego vodnogo stressa na vskhozhest' semyan i moshchnost' prorostkov ozimoy tverдой pshenicy selekcii VNIIZK im. I. G. Kalinenko [The effect of increasing water stress on seed germination and the capacity of seedlings of winter durum wheat developed by the ARRIGC named after I. G. Kalinenko] // Vestnik agrarnoy nauki Dona: sb. nauch. trudov. Zernograd, 2008. № 3. S. 79–84.
5. Kazakova A. S., Lysogorenko M. A. Ustojchivost' ozimoy tverдой pshenicy k deficitu vlagi pri prorastanii semyan [Winter durum wheat resistance to moisture deficit during seed germination] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. 2011. № 3. S. 47–51.

-
6. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Avramenko M. A. i dr. Kommercheskie sorta ozimoi tverdoj pshenicy i osobennosti ih semenovodstva [Commercial varieties of winter durum wheat and their seed production features] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2016. № 6. S. 42–47.
 7. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Leshchenko M. A. i dr. Dostizheniya i problemy v selekcii ozimoi tverdoj pshenicy [Achievements and problems in winter durum wheat breeding] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2014. № 6(36). S. 15–22.
 8. Shchipak G. V., Nedostupov R. A., Shchipak V. G. Selekcija ozimoi tverdoj pshenicy na povyshenie adaptivnogo potentsiala i urozhajnost' [Winter durum wheat breeding to increase adaptive potential and productivity] // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2012. T. 16, № 2. S. 455–463.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А. С. Попов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Основная обработка почвы при возделывании сельскохозяйственных культур определяет условия для их роста и развития. Особенно это важно для твердой озимой пшеницы, у которой слабо развита корневая система и которая требует формирования более качественного подхода к созданию благоприятных условий с помощью обработки почвы. Изучали 3 способа обработки почвы: 1) отвальная вспашка – глубина 22–25 см (ПН-5-35); 2) безотвальная обработка – глубина 22–25 см (ПЧ-2,5); 3) мелкая дисковая обработка – глубина 10–12 см (АГ-2,4). Исследования были проведены в южной зоне Ростовской области в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (2011–2015 гг.). Опыт проведен по общепринятым методикам, который позволил установить преимущества отвальной и безотвальной основной обработки почвы черного пара на глубину 22–25 см по сравнению с мелкой дисковой обработкой на глубину 10–12 см при возделывании твердой озимой пшеницы. Обработка почвы способствовала созданию меньшей плотности в пахотном горизонте (1,08 и 1,09 г/см³), большей микробиологической активности почвы (до 37%), лучшей влагообеспеченности в период вегетации. Отвальная вспашка способствовала повышению доступных элементов питания, таких как калий и азот, а мелкая обработка аккумулировала доступный фосфор. Улучшение физических свойств почвы способствовало формированию большей урожайности. При дисковой обработке урожайность зерна твердой озимой пшеницы составила в среднем за годы изучения 4,93 т/га, а при безотвальной и отвальной вспашках уровень урожайности был 5,38 и 5,55 т/га соответственно. На качественные показатели обработка почвы влияния не оказала.

Ключевые слова: основная обработка почвы, твердая озимая пшеница, урожайность, качество, плотность почвы, целлюлозная активность, продуктивная влага.



PRIMARY TILLAGE FOR WINTER DURUM WHEAT

A. S. Popov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of grain crop cultivation technologies, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The primary tillage in crop cultivation determines the conditions for their growth and development. This is especially important for winter durum wheat, which has an underdeveloped root system and it requires a better approach to creating favorable conditions through tillage. There have been studied three methods of tillage: moldboard plowing on 22–25 cm (PN is 5-35); beardless plowing on 22–25 cm (PCh is 2.5); disk plowing on 0–12 cm (AG is 2.4). The study was carried out in the southern area of the Rostov region in the Federal State Budgetary Scientific Institution FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" (2011–2015). The trial was carried out by generally accepted methods, which made it possible to establish the advantages of the moldboard and beardless plowing of black fallow on 22–25 cm compared to disk plowing on 10–12 cm when cultivating winter durum wheat. Tillage contributed to a lower density in the arable horizon (1.08 and 1.09 g/cm³), to a greater microbiological soil activity (up to 37%), and to better moisture supply during the growing season. Moldboard plowing contributed to an availability increase of such nutrients as potassium and nitrogen, and disk plowing contributed to accumulation of available phosphorus. The improved physical soil properties contributed to greater productivity. At disk plowing, winter durum wheat productivity was on average 4.93 t/ha through the years of study. At boardless and moldboard plowing wheat productivity was 5.38 and 5.55 t/ha for non-plow and dump plowing, respectively. Soil treatment did not affect the quality indicators.

Keywords: primary tillage, winter durum wheat, productivity, quality, soil density, cellulosic activity, productive moisture.

Введение. Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от совокупности факторов. Часть из них не зависит от человека (температурный режим, солнечная инсоляция и т. д.), а некоторые регулируются деятельностью людей. Основная обработка почвы при возделывании сельскохозяйственных культур является одним из решающих элементов технологии для создания оптимальных условий роста и развития растений (Васютин, 2015).

Твердая пшеница – вторая по значимости культура после мягкой пшеницы, при этом озимая имеет ряд преимуществ по сравнению с яровой формой. В результате селекционной работы в настоящее время созданы новые сорта твердой озимой пшеницы, которые успешно возделываются в РФ (Романенко, 2013; Самофалова, 2012). Одним из сдерживающих факторов расширения площадей твердой озимой пшеницы является отсутствие изученности

элементов технологии ее возделывания (Самофалова, 2012).

Цель исследований – изучить влияние основной обработки почвы на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2011–2015 гг. Изучали 3 способа обработки почвы: 1) отвальная вспашка – глубина 22–25 см (ПН-5-35); 2) безотвальная обработка – глубина 22–25 см (ПЧ-2,5); 3) мелкая дисковая обработка – глубина 10–12 см (АГ-2,4).

Общая площадь делянки в опытах – 49,5; учетная – 16,5 м². Повторность – четырехкратная. Расположение вариантов в повторениях – систематическое последовательное. Четырехпольный севооборот: черный пар, твердая озимая пшеница, подсолнечник, яровой ячмень.

Опыт заложен и проведен в соответствии с общепринятыми методиками Б. А. Доспехова (1985), В. Ф. Моисейченко (1996). В опыте изучали следующие параметры: плотность почвы, содержание основных элементов питания (NPK), содержание продуктивной влаги в почве, микробиологическая активность почвы, урожайность и качество зерна, структура урожая. Дисперсионный анализ полученных данных проведен по методике Б. А. Доспехова (1985).

Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным (предкавказский). Гумусовый слой мощный и составляет от 75 до 140 см. В пахотном слое содержится в среднем 4,1% гумуса, общие запасы его в слое А + В составляют 325–330 т/га. Содержание валового азота в пахотном слое – 0,2–0,22%; фосфора – 0,14–0,15%; калия – 2,6%. Подвижная фосфорная кислота имеет низкое значение (1–1,5 мг на 100 г почвы), а обменный калий – повышенное (35–40 мг на 100 г почвы). Содержание до-

ступных форм азота непостоянно и подвержено большим сезонным колебаниям, а также довольно часто на протяжении вегетационного периода оказывается в дефиците, особенно в годы с засушливым летом или затяжной холодной весной, когда аммонификационные и нитрификационные процессы подавлены (Безуглова и Хырхырова, 2008).

Среднегодовая температура за годы исследований колебалась от 10,4 до 12,0 °С, количество выпадающих осадков за сельскохозяйственные годы – от 497,6 до 600,4 мм.

Результаты и их обсуждение. Плотность почвы при возделывании твердой озимой пшеницы определяли в период активного роста и потребления питательных веществ (в фазе выхода в трубку). В результате проведенных исследований плотности почвы установлено, что в слое 0–10 см разницы между способами обработки почвы нет. Плотность почвы была в пределах от 0,90 до 0,94 г/см³ (табл. 1).

1. Влияние способа основной обработки на плотность почвы при возделывании твердой озимой пшеницы (2012–2015 гг.), г/см³

1. Impact of a primary tillage method on soil density when cultivating winter durum wheat (2012–2015), g/cm³

Слой почвы, см	Способ обработки почвы			HCP ₀₅
	отвальная вспашка	безотвальная обработка	дисковая обработка	
0–10	0,94	0,92	0,90	0,07
10–20	1,11	1,15	1,29	0,09
20–30	1,22	1,18	1,30	0,07
0–30	1,09	1,08	1,16	0,06

Мелкая дисковая обработка почвы на глубину 10–12 см способствовала уплотнению почвы до 1,29 и 1,30 г/см³ в горизонтах 10–20 см и 20–30 см соответственно. Отвальная и безотвальная обработки на глубину 22–25 см разуплотняли почву в данных слоях. В среднем в слое 0–30 см между обработками почвы на глубину 22–25 см плотность почвы находилась в пределах 1,08 и 1,09 г/см³, между которыми существенной разницы не установлено, а при дисковой обработке плотность увеличивалась до 1,16 г/см³.

Уменьшение объемной массы в пахотном горизонте улучшает структуру почвы, способствует лучшей ее влагопроницаемости и влагоудерживающей способности. В зоне недостаточного увлажнения Ростовской области одним из определяющих факторов продуктивности сельскохозяйственных культур является влагообеспеченность. Проведенные исследования позволили установить влияние основной обработки почвы на содержание в ней продуктивной влаги в период вегетации твердой озимой пшеницы (табл. 2).

2. Влияние основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см в основные фазы развития твердой озимой пшеницы (в среднем за 2011–2015 гг.), мм

2. Impact of a primary tillage method on productive moisture in a soil layer of 0–100 cm during the main vegetation periods of winter durum wheat (on average in 2011–2015), mm

Фаза развития	Обработка почвы			HCP ₀₅
	дисковая	безотвальная	отвальная	
Всходы	78,3	80,0	84,7	5,2
Весеннее кущение	123,9	130,7	131,7	6,7
Колошение	27,6	39,0	43,3	4,7
Полная спелость	21,8	31,6	33,0	3,2

Наибольшее ее количество содержалось при отвальной вспашке с фазы всходов до полной спелости зерна, при этом достоверной разницы не было установлено между безотальной и отвальной обработками на глубину 22–25 см во все фазы развития пшеницы. Данные обработки черного пара под твердую озимую

пшеницу способствуют большему накоплению продуктивной влаги, что указывает на увеличение водоудерживающей способности почвы и, соответственно, улучшение влагообеспеченности растений. При отвальной вспашке снижение плотности почвы в слое 0–30 см способствует лучшей структурности почвы.

Дисковая обработка способствовала уменьшению содержания влаги в почве по сравнению с другими обработками. Это обусловлено снижением водопроницаемости почвы и уменьшением взаимосвязи влаги и почвенных частиц, а также уменьшением водоудерживающей способности почвы, повышением непродуктивного ее расходования из-за большего испарения. Обработка почвы дисковыми орудиями способствует созданию большего количества пылевидной фракции, которая приводит к сильному распылению почвы, снижению пористости, аэрации, уменьшению водопроницаемости и фильтрации почвы.

Целлюлозоразлагающая активность определяет интенсивность микробиологических процессов в поч-

ве. Чем больше скорость и полнота разложения в почве целлюлозы, тем интенсивнее происходят переход элементов питания из органического состояния в доступную для растения форму и как следствие, улучшение обеспеченности растений питательными веществами. Целлюлозную активность почвы определяли в период вегетации твердой озимой пшеницы по интенсивности разложения льняного полотна.

Целлюлозная активность почвы при использовании дисковой мелкой обработки уменьшается до 4,6–8,2%, что значительно меньше, чем при безотвальной и отвальной обработках на глубину 22–25 см (табл. 3). За годы изучения целлюлозная активность почвы по безотвальной обработке и отвальной вспашке составила 34,2 и 37,0% соответственно.

3. Целлюлозная активность почвы в зависимости от способа основной обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы (2012–2015 гг.), %

3. Cellulosic soil activity depending on a primary tillage method when cultivating winter durum wheat (2012–2015), %

Год	Дисковая обработка	Безотвальная обработка	Отвальная вспашка	HCP ₀₅
2012	5,2	37,4	39,5	1,7
2013	4,6	18,3	22,1	2,2
2014	8,8	41,8	44,7	1,6
2015	8,2	39,3	41,5	1,4
В среднем	6,7	34,2	37,0	1,7

Наибольшая микробиологическая активность установлена при отвальной вспашке (37,0%). Большая площадь разрыхления способствует наибольшему влагонакоплению, аэрации и активизации микробиологических процессов в почве.

Активность разложения целлюлозы почвы зависела не только от выбора способа обработки почвы, но и от складывающихся погодных условий. Большее количество выпадающих атмосферных осадков способствовало лучшему разложению клетчатки. В 2014 г. выпадающие весной осадки способствовали повышению целлюлозной активности почвы до 44,7% при отвальной обработке, до 41,8% при безотвальной обработке и до 8,8% при дисковой обработке почвы. В 2013 г. складывались засушливые условия, поэтому целлюлозная активность снизилась по всем обработкам почвы (отвальная обработка – до 22,1%; безотвальная обработка – до 18,3%; дисковая обработка – до 4,6%).

Улучшение условий аэрации, уменьшение плотности и большей влагообеспеченности, которые сложились при отвальной и безотвальной обработках почвы на глубину 22–25 см на фоне положительных весенних температур, способствовали интенсивному микробиологическому процессу. Интенсивность разложения целлюлозы за годы изучения при отвальной и безотвальной обработках почвы на глубину 22–25 см соответствовала «среднему» значению (34,5 и 37,0%), а при дисковой обработке на глубину 10–12 см интенсивность разложения целлюлозы была «очень слабой» (до 6,7%), согласно методике О. Е. Пряженниковой (2011).

Увеличение плотности почвы при дисковой обработке способствовало не только уменьшению накопления продуктивной влаги, но и снижению микробиологической активности почвы и значительному изменению доступных элементов.

Наибольшее количество нитратного азота, доступного фосфора и калия было в начальный период

развития растений в фазе всходов по всем способам обработки почвы (рис. 1). В фазе всходов при отвальной вспашке, по сравнению с другими обработками, содержание азота и калия было больше (32,1 и 369,6 мг/кг соответственно). Отвальная обработка почвы на глубину 22–25 см способствует лучшей аэрации почвенного слоя и увеличению микробиологической активности почвы, переходу большего количества азота и калия в доступную растениям минеральную форму элементов питания к моменту появления всходов твердой озимой пшеницы.

Обработка дисковым орудием увеличило содержание фосфора в период всей вегетации озимой пшеницы, а при вспашке его количество уменьшилось. Это подтверждается и другими исследователями (УДК 631).

Рост и развитие твердой озимой пшеницы способствовали снижению всех основных элементов питания, поэтому к фазе полной спелости их количество было минимальным.

Формирование урожайности зерна твердой озимой пшеницы за годы исследований изменялось в зависимости от погодных условий, при этом данная культура, независимо от складывающихся условий, формировала наибольшую продуктивность по отвальной обработке почвы (табл. 4). Данная обработка способствовала повышению урожайности по сравнению с дисковой обработкой на 0,62 т/га, а с безотвальной вспашкой – на 0,17 т/га.

Максимальная урожайность при использовании отвальной вспашки не имела достоверной разницы между безотвальной обработкой во все годы исследований. Изучаемые обработки почвы на глубину 22–25 см способствовали созданию более благоприятных условий для роста и развития растений твердой озимой пшеницы, чем при обработке дисковым орудием. При отвальной и безотвальной обработках улучшались условия хорошего развития твердой озимой пшеницы, у которой слаборазвита корневая система по сравнению с мягкой озимой пшеницей.

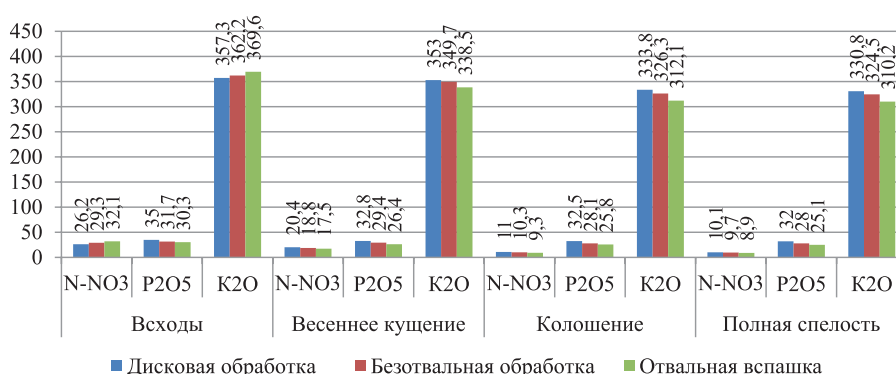


Рис. 1. Динамика элементов питания в зависимости от способов обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы в слое 0–30 см (2011–2015 гг.), мг/кг

Fig. 1. Dynamics of nutrients depending on primary tillage methods when cultivating winter durum wheat in a layer of 0–30 cm (2011–2015), mg/kg

4. Влияние способа обработки почвы на урожайность твердой озимой пшеницы (2012–2015 гг.), т/га 4. Impact of primary tillage method on winter durum wheat productivity (2012–2015), t/ha

Годы	Способ обработки почвы			НСР ₀₅
	Диск. обработка 10–12 см	Безотвальная обработка 22–25 см	Отвальная вспашка 22–25 см	
2012	4,59	4,84	5,01	0,18
2013	4,18	4,55	4,62	0,30
2014	5,6	6,24	6,44	0,20
2015	5,34	5,88	6,12	0,27
Среднее	4,93	5,38	5,55	0,24

Отвальная обработка способствовала увеличению количества продуктивных стеблей до 507,1 шт/м², что на 42,9 шт/м² больше, чем при дисковой обработке почвы, и на 7,8 шт/м² больше, чем при безотвальной обработке на глубину 22–25 см. На число зерен и массу зерна с колоса обработка почвы влияния не оказывала.

Качественные показатели полученного зерна твердой озимой пшеницы не имели достоверных различий между способами основной обработки почвы. Однако отвальная вспашка способствовала тенденции улучшения качественных показателей по сравнению с другими обработками почвы (табл. 5).

5. Влияние способа основной обработки почвы на качество твердой озимой пшеницы (среднее за 2012–2015 гг.) 5. Impact of primary tillage method on quality of winter durum wheat (on average in 2011–2015)

Обработка почвы	Натура зерна, г/л	Содержание, %		SDS, мл
		белок	клейковина	
Диск. обработка	745,4	15,1	26,5	37,3
Безотвальная	749,5	15,2	26,9	37,8
Отвальная	751,3	15,7	27,7	38,5
НСР ₀₅	4,0	0,6	2,6	3,4

Выводы. Проведенные исследования основной обработки почвы черного пара, используемого для возделывания твердой озимой пшеницы, позволили установить преимущество безотвальной и отвальной

обработок на глубину 22–25 см, которые способствуют улучшению агрофизических свойств почвы, увеличению микробиологической активности почвы и повышению урожайности зерна.

Библиографические ссылки

1. Васютин А. С. Технология производства зерна озимых зерновых культур в Центральном федеральном округе Российской Федерации: рекомендации. М.: Изд-во МосНИИСХ, 2015. 175 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
3. Моисейченко В. Ф., Трифонова М. Ф., Заверюха А. Х., Ещенко В. Е. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.

4. Пряженникова О. Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды // Вестник Кемеровского государственного университета. 2011. № 3(47). С. 9–13.
5. Романенко А. А., Беспалова А. А., Мудрова И. Н. и др. Ресурсосберегающая технология производства озимой твердой пшеницы: рекомендации. М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 52 с.
6. Самофалова Н. Е., Попов А. С., Иличкина Н. П. и др. Твердая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство): науч.-практ. рекомендации. Ростов н/Д., 2012. 80 с.
7. УДК631 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rusnauka.com/32_PRNT_2013/Agricole/3_148928.doc.htm.

References

1. Vasyutin A. S. Tekhnologiya proizvodstva zerna ozimyh zernovyh kul'tur v Central'nom federal'nom okruge Rossijskoj Federacii: rekomendacii [Production technology of winter grain crops in the Central Federal District of the Russian Federation]. M.: Izd-vo MosNIISKH, 2015. 175 s.
2. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
3. Moisejchenko V. F., Trifonova M. F., Zaveryuha A. H., Eshchenko V. E. Osnovy nauchnyh issledovanij v agronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. M.: Kolos, 1996. 336 s.
4. Pryazhennikova O. E. Cellyulozoliticheskaya aktivnost' pochv v usloviyah gorodskoj sredy [Cellulolytic activity of soils in urban environments] // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. № 3(47). С. 9–13.
5. Romanenko A. A., Bepalova A. A., Mudrova I. N. i dr. Resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva ozimoy tvyordoj pshenicy: rekomendacii [Resource-saving technology for winter durum wheat production. Recommendations]. M.: Izd-vo FGBNU "Rosinformagrotekh", 2013. 52 s.
6. Samofalova N. E., Popov A. S., Ilichkina N. P. i dr. Tverdaya (turgidnaya) ozimaya pshenica v Rostovskoj oblasti (sortovoj sostav, tekhnologiya vozdelvaniya, semenovodstvo). Nauchno-prakticheskie rekomendacii [Durum (turgid) winter wheat in the Rostov Region (varietal composition, cultivation technology, seed production)]. Rostov n/D., 2012. 80 s.
7. UDK 631 [Elektronnyj resurs] [UDC 631]. Rezhim dostupa: http://www.rusnauka.com/32_PRNT_2013/Agricole/3_148928.doc.htm.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.34:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-45-49

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА СОИ ПО КАЧЕСТВУ ЗЕРНА НА ГОМЕОСТАТИЧНОСТЬ

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;
К. Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;
М. В. Скулова, агроном, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;
Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@.ru

Представлены результаты исследований по изучению гомеостатичности показателей содержания белка и жира в зерне 43 коллекционных образцов сои в условиях южной зоны Ростовской области, проводимой по методике, предложенной В. В. Хангильдиным (1984). На основании проведенных исследований в 2016–2018 гг. в селекции на гомеостатичность качественных показателей зерна сои выделены образцы с высоким содержанием белка (К-11305 и Веселовская 3) и наибольшим гомеостазом показателя содержания белка в зерне (К-10943 и МДТ 2). Максимальное содержание жира в зерне сои показали сорта Донская 9, Натали, Альба, Чара и МДТ 2. Показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира у данных сортов были на уровне среднего по коллекции. А высокие показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне отмечены у сортов Дон 21 (5330,6), Сигалия (3376,0) и ВНИИОЗ-1 (2528,6) с содержанием жира в семенах на уровне среднего по коллекции.

Ключевые слова: соя, образец, белок, жир, вариация, стрессоустойчивость, гомеостатичность.



THE ESTIMATION OF SOYBEAN INITIAL MATERIAL ACCORDING TO GRAIN QUALITY ON HOMEOSTASIS

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;
K. N. Khabibullin, junior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;
M. V. Skulova, agronomist, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;
N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical assessment of breeding material and grain quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the homeostatic indicators of protein and oil content in kernels of 43 collection soybean samples from the south of the Rostov region, studied by the Khangildin method (1984). According to the 2016–2018 studies of homeostatic quality indicators of soybean grain, there were identified the samples "K-11305" and "Veselovskaya 3" with a high protein percentage and the samples "K-10943" and "MDT 2" with the highest homeostasis of the protein content in grain. The maximum oil percentage in soybean grain was identified in the varieties "Donskaya 9", "Natalie", "Alba", "Chara" and "MDT 2". The stress resistance and homeostatic parameters of oil content of these varieties were at an average level in the collection. A high stress resistance and homeostasis of oil content in grain were identified in the varieties "Don 21" (5330.6), "Sigalia" (3376.0) and "VNIIOZ – 1" (2528.6) with seed oil content at an average level in the collection.

Keywords: soybean, sample, protein, oil, variation, stress tolerance, homeostasis.

Введение. С помощью селекции в современных условиях необходимо создавать высокоурожайные сорта с высоким качеством, устойчивые к стрессовым факторам, использующие антропогенные и природные ресурсы (Медведев, 2011).

Урожайность и качество производимого соевого зерна подвержены значительным колебаниям по годам (Федотов, 2013). Это связано с реакцией генотипа на условия окружающей среды. Определение средней хозяйственной ценности исследуемых сортов обычно осуществляется с помощью многолетних испытаний в полевых условиях (Хангильдин, 1978).

Получение соевых бобов со стабильным по годам высоким качеством зерна зависит от выбора сорта для возделывания. В настоящее время при большом выборе сортов вести селекцию на высокую урожайность с высоким качеством продукции, к тому же со стабильными показателями по годам, становится труднее. Данную ситуацию отмечает и А. Н. Зеленев с соавторами (2012).

Традиционная селекция основана на применении гибридизации как средства передачи генетической информации. Создание сорта с заданными свойствами во многом зависит от правильности подбора родительских форм, который основывается на выборе образцов для скрещивания, обладающих рядом полезных признаков и свойств. Одним из таких признаков в селекции сои является стабильно высокий показатель качества семян, получаемый в разных условиях возделывания. Данную реакцию генотипа принято называть гомеостаз или гомеостатичность (Рыбась, 2016).

Основной источник родительских форм в селекционном процессе – коллекционный материал, и его изучение на гомеостатичность показателей качества зерна сои является актуальным.

Для определения гомеостатичности в наших исследованиях использовали методику, предложенную В. В. Хангильдиным (1984).

Целью наших исследований являлось проведение анализа показателей гомеостатичности коллекци-

онных образцов сои как исходного материала в селекции на качество зерна.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Условия возделывания характеризуются среднегодовалой температурой воздуха 8,4–9,2 °С; суммой температур воздуха свыше 10 °С – 3200–3400 °С; суммой осадков за год – 341–417 мм, из них в теплое время года – 180–235 мм.

Изучение коллекции сои проводили в 2016–2018 гг. в соответствии с методическими указаниями ВИР им. Н. И. Вавилова (1975), методикой государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур и методикой полевого опыта (1985).

Почва – чернозем обыкновенный (предкавказский карбонатный). Мощность гумусового горизонта – до 140 см. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,2%; подвижного фосфора – в пределах 20–23; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы. Предшественник – озимая пшеница. Посев коллекционных образцов проводили сеялкой ССФК-7 с нормой высева 400–450 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междурядий 45 см. Делянки – трехрядковые. Площадь делянки – 5 м². Повторность – однократная. Уборку проводили прямым комбайнированием селекционным комбайном Wintersteiger Classic.

Объектами исследований служили 43 образца сои из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова отечественной и зарубежной селекции.

Статистическую обработку результатов исследований проводились методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012). При определении гомеостатичности (H_{om}) качественных показателей зерна образцов сои учитывали и следующие параметры: стрессоустойчивость ($x_{lim} - x_{opt}$), генетическая гибкость ($(x_{opt} + x_{lim})/2$), коэффициент вариации (V_c , %), селекционная ценность ($S_c = xx(x_{lim}/x_{opt})$).

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью погодных условий в период вегетации, что позволило оценить образцы в разных условиях вегетации.

Метеоусловия 2016 г. были неблагоприятными для роста и развития растений сои. За период вегетации сои (с 20 мая по 1 сентября) выпало 141,9 мм осадков, что составило 81% к среднегодовому показателю за тот же период. Выпадение осадков было неравномерным в течение периода вегетации. В начале вегетации растения развивались в условиях достаточной влагообеспеченности, а во второй половине вегетации – в засушливых условиях. В критический период развития растений (цветение, опыление, завязывание семян) среднесуточная температура на 1,8–3,9 °С превышала среднегодовую. Максимальная температура воздуха за период вегетации достигала +39,4 °С. В фазы бобообразования и налива зерна относительная влажность воздуха снизилась: в июле – до 17%, в августе – до 16%. Наблюдались суховеи.

В 2017 г. осадки, выпавшие за период вегетации (320,7 мм), были неравномерными, в основном в первой половине вегетации (до цветения). Во второй половине вегетации отмечался значительный их дефицит, что в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха и неблагоприятными погодными условиями в виде суховеев способствовало неполному раскрытию потенциала продуктивности сои.

В июне 2018 г. до начала цветения вегетация растений сои проходила в неблагоприятных условиях на фоне повышенных температур и малого количества осадков. Так, температура воздуха составила 23,9 °С, что на 3,4 °С превысило среднегодовое показате-

ль. Количество осадков, выпавших в июне, составило 4,2 мм, что значительно ниже среднегодового показателя (71,3 мм). Растения развивались в основном за счет накопленной влаги в осенне-зимний период. Цветение сои проходило в засушливых условиях при дефиците влаги на фоне повышенной температуры воздуха и пониженной влажности. Это привело к резкому снижению завязываемости бобов сои. Вторая половина вегетации сои проходила в условиях повышенных температур и дефицита осадков, которые привели к абортации цветков, сбрасыванию завязей и бобов, что отрицательно повлияло на формирование урожая сои.

Результаты и их обсуждение. Анализ показателей биохимической оценки изученных коллекционных образцов показал, что содержание белка в среднем за 2016–2018 гг. составило 38,1% (табл. 1) с диапазоном содержания белка от 32,7% у сорта Даная в 2016 г. до 46,6% у сорта Зерноградская 2 в 2018 г.

Для селекционной практики интерес представляют образцы, имеющие высокое содержание белка. По данному показателю выделены образцы: К-9169 (41,9%, $V_c = 6,1\%$), К-11305 (40,8%, $V_c = 4,0\%$), Веселовская 3 (40,7%, $V_c = 3,7\%$), Зерноградская 2 (40,5%, $V_c = 13,4\%$), Селекта 201 (40,4%, $V_c = 12,1\%$). Однако не все из них имели высокую стрессоустойчивость, которая определяется по разности между минимальным и максимальным показателями. Чем меньше величина этого параметра, тем выше стрессоустойчивость образца. Высокую устойчивость к стрессу из перечисленных образцов имели К-11305 (-3,0) и Веселовская 3 (-3,0), на что косвенно указывает и низкий коэффициент вариации. Наибольшие значения гомеостаза по содержанию белка отмечены у образцов К-10943 и МДТ 2 (1346,9 и 937,6 соответственно) при содержании белка в зерне на уровне среднего по коллекции.

Анализ параметров адаптивности образцов сои показал, что в среднем за 2016–2018 гг. содержание жира в зерне составило 21,1% с минимальным значением 16,3% у сорта Веселовская 3 в 2016 г. и максимальным значением 23,8% у сорта Донская 9 в 2016 г. (табл. 2).

В среднем за три года исследований максимальное содержание сформировали сорта Донская 9 (22,3%, $V_c = 6,2\%$), Натали (22,2%, $V_c = 5,0\%$), Альба (22,0%, $V_c = 21,8\%$), Чара (21,9%, $V_c = 5,3\%$) и МДТ 2 (40,4%, $V_c = 4,3\%$). Показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне у данных образцов были на уровне среднего по коллекции. Высокие показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне отмечены у сортов Дон 21 (5330,6), Сигалия (3376,0) и ВНИИОЗ-1 (2528,6) с содержанием жира в зерне на уровне среднего по коллекции.

Выводы. На основании проведенных исследований в 2016–2018 гг. в селекции на гомеостатичность качественных показателей зерна сои выделены образцы с высоким содержанием белка (К-11305 и Веселовская 3) и наибольшим гомеостазом показателя содержания белка в зерне (К-10943 и МДТ 2). Максимальное содержание жира в зерне сои показали сорта Донская 9, Натали, Альба, Чара и МДТ 2. Показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира у данных сортов были на уровне среднего по коллекции. А высокие показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по содержанию жира в зерне отмечены у сортов Дон 21 (5330,6), Сигалия (3376,0) и ВНИИОЗ-1 (2528,6) с содержанием жира в семенах на уровне среднего по коллекции. Результаты исследований на гомеостатичность показателей содержания белка и жира в зерне образцов сои будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

1. Параметры адаптивности коллекционных образцов сои по содержанию белка (2016–2018 гг.)
1. Parameters of collection soybean samples adaptability according to protein percentage (2016–2018)

Сорт, линия	Содержание белка в семенах по годам, %				Параметры адаптивности		
	2016	2017	2018	в среднем	стрессоустойчивость, $X_{lim} - X_{opt}$	Коэффициент вариации, V, %	Гомеостатичность, H_{om}
Дива	36,2	39,8	40,8	38,9	-4,6	6,24	135,6
Дон 21	35,8	39,2	39,1	38,0	-3,4	5,06	220,8
Донская 9	35,3	41,6	39,5	38,8	-6,6	8,30	74,3
Жанская	33,9	36,9	40,6	37,1	-6,7	9,05	61,3
Селекта 201	36,6	38,6	45,9	40,4	-9,3	12,05	36,0
Романо	34,4	37,2	37,2	36,3	-2,8	4,44	292,0
Даная	32,7	38,7	38,7	36,7	-6,0	9,41	65,0
Синеока	36,6	39,0	41,2	38,9	-4,6	5,86	144,4
Суматра	36,0	38,3	38,8	37,7	-2,8	3,91	343,9
Ласточка	35,3	39,4	41,3	38,7	-6,0	7,92	81,4
Натали	34,6	38,9	36,5	36,7	-4,3	5,93	143,8
Весточка	33,3	39,1	42,2	38,2	-8,9	11,84	36,3
Сигалия	33,8	37,3	38,2	36,4	-4,4	6,35	130,3
К-6446	36,0	39,1	38,5	37,9	-3,1	4,31	283,4
ВНИИОЗ-1	35,9	40,5	38,5	38,3	-4,6	6,04	137,7
К-11305	42,7	39,7	40,1	40,8	-3,0	3,98	341,7
К-10943	38,2	39,1	39,7	39,0	-1,5	1,93	1346,9
К-11226	35,6	37,9	39,3	37,6	-4,0	4,98	203,8
К-10959	32,9	39,5	40,0	37,5	-7,1	10,60	49,8
Линия-696/11	35,8	39,6	41,3	38,9	-5,5	7,23	97,8
К-9169	44,7	39,6	41,4	41,9	-5,1	6,13	134,1
К-5609	34,6	38,8	40,3	37,9	-5,7	7,75	85,7
К-9603	35,8	39,1	40,3	38,4	-4,5	6,04	141,4
Линия-568/11	35,0	39,7	40,1	38,3	-5,1	7,40	101,3
Линия-504/11	37,5	39,0	40,9	39,1	-3,4	4,41	260,8
К-4832	35,5	37,8	40,6	38,0	-5,1	6,66	111,7
К-11101	33,1	36,1	39,9	36,4	-6,8	9,38	57,0
Зерноградская 2	36,4	38,4	46,6	40,5	-10,2	13,35	29,7
Веселовская 5	35,6	39,4	41,0	38,7	-5,4	7,17	99,9
Славия	34,4	36,4	38,7	36,5	-4,3	5,93	143,2
Чара	34,1	37,7	39,5	37,1	-5,4	7,38	93,1
Альба	33,5	37,3	40,2	37,0	-6,7	9,08	60,8
Лица	35,2	39,8	39,0	38,0	-3,8	6,47	127,7
Вилана	33,1	39,0	40,8	37,6	-7,7	10,72	45,6
Дельта	36,9	36,9	39,2	37,7	-2,3	3,47	472,4
Маньчская	35,1	38,1	37,8	37,0	-3,0	4,41	279,5
Веселовская 3	42,2	39,2	40,6	40,7	-3,0	3,74	362,2
Азовская	35,0	39,0	37,4	37,1	-4,0	5,43	170,9
Рента	32,5	38,2	40,4	37,0	-7,9	10,97	42,7
Танаис	35,0	37,5	38,2	36,9	-3,2	4,55	253,5
МДТ 2	37,2	38,7	38,9	38,3	-1,7	2,40	937,6
МДТ 4	37,1	39,8	39,6	38,8	-2,7	3,87	371,2
МДТ 7	33,0	38,3	39,7	37,0	-6,7	9,52	58,0
Среднее	35,7	38,7	40,0	38,1	—	—	—
Среднее квартальное отклонение	2,52	1,11	1,87	2,62	—	—	—

2. Параметры адаптивности коллекционных образцов сои по содержанию жира (2016–2018 гг.)
2. Parameters of collection soybean samples adaptability according to oil percentage (2016–2018)

Сорт, линия	Содержание жира в семенах по годам, %				Параметры адаптивности		
	2016	2017	2018	в среднем	стрессоустойчивость, ($x_{lim} - x_{opt}$)	коэффициент вариации, V, %	гомеостатичность, H_{om}
Дива	22,7	21,8	20,6	21,7	-2,1	4,86	212,8
Дон 21	21,6	21,5	21,2	21,4	-0,4	1,01	5330,6
Донская 9	23,8	21,8	21,2	22,3	-2,6	6,16	139,0
Жанская	23,0	21,1	20,8	21,6	-2,2	5,49	179,1
Селекта 201	22,1	20,7	20,4	21,1	-1,7	4,34	285,5
Романо	23,0	22,5	20,8	22,1	-2,2	5,25	191,5
Даная	22,7	21,1	20,4	21,4	-2,3	5,50	169,3
Синеока	22,4	21,5	20,6	21,5	-1,8	4,19	284,9
Суматра	21,8	21,7	20,8	21,4	-1,0	2,57	834,1
Ласточка	22,4	20,8	20,0	21,0	-2,4	5,83	150,4
Натали	23,4	21,3	21,8	22,2	-2,1	4,95	213,3
Восточка	22,6	21,1	20,2	21,3	-2,4	5,68	156,4
Сигалия	21,8	21,3	21,4	21,5	-0,5	1,25	3376,0
К-6446	22,5	21,4	20,8	21,6	-1,7	3,97	323,1
ВНИИОЗ-1	21,7	21,4	21,1	21,4	-0,6	1,41	2528,6
К-11305	17,2	21,7	20,4	19,7	-4,4	11,61	38,2
К-10943	22,5	21,5	20,8	21,6	-1,7	4,03	309,9
К-11226	21,9	19,8	20,5	20,8	-2,1	5,05	199,7
К-10959	22,7	20,5	19,9	21,0	-2,8	7,11	104,5
Линия-696/11	22,5	21,0	19,3	20,9	-3,2	7,60	86,7
К-9169	16,8	21,7	20,6	19,7	-4,9	13,09	30,7
К-5609	23,0	21,9	19,8	21,5	-3,2	7,64	88,2
К-9603	20,4	20,5	19,7	20,2	-0,8	2,15	1172,8
Линия-568/11	21,8	21,9	20,3	21,3	-1,6	4,34	307,1
Линия-504/11	20,7	19,2	19,9	19,9	-1,5	3,68	361,5
К-4832	21,0	19,8	19,5	20,1	-1,5	4,04	331,4
К-11101	21,7	20,1	20,0	20,6	-1,7	4,68	258,6
Зерноградская 2	19,5	19,5	20,3	19,8	-0,8	2,15	1149,4
Веселовская 5	21,0	18,9	20,3	20,1	-2,1	5,24	182,5
Славия	22,6	20,7	20,8	21,4	-1,9	4,96	226,9
Чара	23,1	21,8	20,8	21,9	-2,3	5,26	180,9
Альба	22,5	22,9	20,6	22,0	-2,3	5,51	173,7
Ли́ка	23,1	20,5	19,3	21,0	-3,8	9,26	59,6
Вилана	22,6	21,7	20,4	21,6	-2,2	5,03	195,0
Дельта	21,9	21,0	20,1	21,0	-1,8	4,36	267,1
Маньчская	22,3	20,7	21,1	21,4	-1,6	3,83	348,9
Веселовская 3	16,3	19,9	20,2	18,8	-3,9	11,47	42,0
Азовская	21,0	20,9	19,2	20,4	-1,8	5,02	225,7
Рента	22,5	21,0	20,1	21,2	-2,4	5,69	155,2
Танаис	21,9	21,5	19,7	21,0	-2,2	5,50	173,6
МДТ 2	22,8	21,9	20,9	21,9	-1,9	4,28	269,4
МДТ 4	22,5	21,9	20,5	21,6	-2	4,74	228,2
МДТ 7	21,8	20,7	20,3	20,9	-1,5	3,77	369,7
Среднее	21,8	21,1	20,4	21,1	–	–	–
Среднее квартальное отклонение	1,62	0,85	0,58	1,24	–	–	–

Библиографические ссылки

1. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2005. 80 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
3. Зеленев А. Н., Кондыков И. В., Уваров В. Н. Вавиловские принципы в селекции гороха XXI века // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 4. С. 19–27.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. 248 с.
5. Медведев А. М. О стратегии развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации на период до 2020 года // Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве: сб. науч. материалов. Орел: Изд-во ВНИИЗБК, 2011. С. 9–21.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.
8. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // С.-х. биология. 2016. № 5. С. 617–626.
9. Федотов В. А., Гончаров С. В., Столяров О. В. Соя в России. М.: Агролига России, 2013. 432 с.
10. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика качественных признаков сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1978. С. 111–116.
11. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. 1984. № 1. С. 67–76.

References

1. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gg.) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2005. 80 s.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
3. Zelenov A. N., Kondykov I. V., Uvarov V. N. Vavilovskie principy v selekcii goroha XXI veka [Vavilov's principles in the peas breeding in the XXI century] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2012. № 4. S. 19–27.
4. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal agricultural systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. I. Rostov n/D.: Donskoj izdatel'skij dom, 2013. 248 s.
5. Medvedev A. M. O strategii razvitiya selekcii i semenovodstva sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda [On the development strategy of breeding and seed production of agricultural crops in the Russian Federation for the period until 2020] // Novye sorta sel'skohozyajstvennyh kul'tur – sostavnaya chast' innovacionnyh tekhnologij v rastenievodstve: sb. nauch. materialov. Orel: Izd-vo VNIIZBK, 2011. S. 9–21.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of a State Variety Testing of agricultural crops]. M., 1985. Vyp. 1. 269 s.
8. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovyh kul'tur [Adaptability improvement in grain crop breeding] // S.-h. biologiya. 2016. № 5. S. 617–626.
9. Fedotov V. A., Goncharov S. V., Stolyarov O. V. Soya v Rossii [Soybean in Russia]. M.: Agroliga Rossii, 2013. 432 s.
10. Hangil'din V. V. O principah modelirovaniya sortov intensivnogo tipa // Genetika kachestvennyh priznakov sel'skohozyajstvennyh rastenij [On the principles of modeling varieties of intensive type]. M.: Nauka, 1978. S. 111–116.
11. Hangil'din V. V., Biryukov S. V. Problema gomeostaza v genetiko-selekcionnyh issledovaniyah [The problem of homeostasis in genetic-breeding study] // Genetiko-citologicheskie aspekty v selekcii s.-h. rastenij. 1984. № 1. S. 67–76.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.31:631.52(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-50-54

ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. А. Игнатиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0715-2982;

А. А. Регидин, младший научный сотрудник лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3246-1501

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Для стимуляции роста продукции животноводства необходимо увеличение производства качественных высокобелковых кормов. Достижению этой цели способствует увеличение посевных площадей многолетних бобовых трав, в частности люцерны. Сортовой состав люцерны непрерывно пополняется новыми, более продуктивными и адаптированными для различных зон произрастания сортами. Биологический потенциал этой культуры позволяет на сегодняшний день вести успешную ее селекцию. Для изучения в условиях ФГБНУ «АНЦ «Донской» ежегодно закладывают коллекционные питомники люцерны, в которые включают образцы селекции разных стран, имеющие отдельные полезные признаки или их комплекс. По результатам исследований растения люцерны по высоте варьировали от 75,7 см (К-20367) до 122,5 см (Г-4). В среднем за годы исследований изучаемые образцы формировали невысокую урожайность зеленой массы: 19 образцов имели урожайность от 1,70 до 2,46 кг/м², что существенно ниже показателя стандарта (3,29 кг/м²). Образцы К-51698, Г-1, К-50512, Г-3, Г-4 обеспечили существенное превышение урожайности зеленой массы в сравнении с Ростовской 90 (4,13–4,86 кг/м²). В среднем за 2016–2018 гг. облиственность образцов растений изменялась от 41 до 53%. По урожайности абсолютно сухого вещества (АСВ) достоверное превышение отмечалось у образцов К-50512, Г-1, Г-3, Г-4 (от 1,42 до 1,65 кг/м²). Варьирование образцов по урожайности семян было в пределах 15,2–94,9 г/м². Только 3 образца (К-50511, К-51201, Г-2) обеспечили существенное превышение стандартного сорта Ростовская 90 (63,3 г/м²), урожайность их семян составила 85,7; 86,8 и 94,9 г/м² соответственно. Содержание протеина в абсолютно сухом веществе, по данным исследований, варьировало от 17,79 до 21,47%. Наибольшими показателями отличились образцы К-43260 (20,95%), К-50512 (21,34%), К-31800 (21,47%). В рамках исследований были проанализированы корреляционные связи между изучаемыми признаками.

Ключевые слова: люцерна, сорт, образец, признак, урожайность, зеленая масса, сухое вещество, семена.



ESTIMATION OF ECONOMIC AND BIOLOGICAL TRAITS OF ALFALFA COLLECTION SAMPLES IN THE ROSTOV REGION

S. A. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of perennial grasses, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0715-2982;

A. A. Regidin, junior researcher of the laboratory of perennial grasses; mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3246-1501

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

To stimulate livestock production increase, it is necessary to improve the production of high-quality feed with high protein percentage. The purpose can be achieved by an increase of sown area for perennial leguminous herbs and, in particular, alfalfa. The varietal alfalfa composition is constantly being replenished with new, more productive and adapted varieties for different growing zones. The biological potential of this crop allows now conducting its successful breeding. Annually the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" lays the alfalfa collection nurseries including breeding samples from different countries with certain useful traits. According to the study results alfalfa plant height ranged from 75.7 cm ("K-20367") to 122.5 cm ("G-4"). On average, through the study, the samples formed a low yield of green mass. 19 samples had yields from 1.70 kg/m² to 2.46 kg/m², which is significantly lower than the standard indicator (3.29 kg/m²). The samples "K-51698", "G-1", "K-50512", "G-3", "G-4" produced a significant excess of green mass productivity in comparison with the variety "Rostovskaya 90" (4.13–4.86 kg/m²). On average during the years of 2016–2018, foliage amount of the samples varied from 41% to 53%. The samples "K-50512", "G-1", "G-3", "G-4" showed a significant excess of absolutely dry matter (ADM) productivity (from 1.42 kg/m² to 1.65 kg/m²). Among the samples seed productivity varied in the range of 15.2–94.9 g/m². Only 3 samples ("K-50511", "K-51201", "G-2") showed a significant excess in the studied traits compared to the standard variety "Rostovskaya 90" (63.3 g/m²), their seed productivity was 85.7 g/m², 86.8 g/m² and 94.9 g/m², respectively. The protein percentage of absolutely dry matter according to the study ranged from 17.79% to 21.47%. The samples "K-43260" (20.95%), "K-50512" (21.34%), "K-31800" (21.47%) showed the largest indicators. In the current study there have been analyzed correlations between the studied traits.

Keywords: alfalfa, variety, sample, trait, productivity, green mass, dry matter, seeds.

Введение. Для стимуляции роста продукции животноводства необходимо увеличение производства качественных высокобелковых кормов. Достижению этой цели способствует увеличение посевных площадей многолетних бобовых трав, в частности люцерны (Косолапов и Трофимов, 2014; Стародубцева, 2014; Игнатьев и Грязева, 2018). В сравнении с другими бобовыми кормовыми культурами люцерна отличается большим содержанием сырого протеина в корме, а также содержанием углеводов, жиров и витаминов, достаточным для приготовления качественных кормов, необходимых для сельскохозяйственных животных (Благовещенский, 2011; Кулинцев и др., 2018). Эта культура отличается не только высокой питательностью и качеством корма, но и долголетием, засухоустойчивостью, хорошим отрастанием после скашивания и устойчивостью к стравливанию и вытаптыванию (Косолапов и др., 2015).

Сортовой состав люцерны непрерывно пополняется новыми, более продуктивными и адаптированными для различных зон произрастания сортами. Биологический потенциал этой культуры позволяет на сегодняшний день вести успешную ее селекцию. Первоочередной задачей селекции является изучение исходного материала, тщательный анализ которого позволяет добиться существенного ускорения селекционного процесса. Исходный материал анализируется по различным хозяйственно ценным признакам и по их комплексу с целью подбора материала, подходящего для селекции на продуктивность и адаптивность к условиям юга России. Всесторонний анализ коллекционного материала позволяет повысить эффективность использования изучаемых образцов при создании новых перспективных сортов.

Для изучения в условиях ФГБНУ «АНЦ «Донской» ежегодно закладывают коллекционные питомники люцерны, в которые включают образцы разного эколого-географического происхождения, имеющие отдельные полезные признаки или их комплекс для использования в селекционном процессе.

Материалы и методы исследований. В коллекционном питомнике посева 2015 г. изучались 50 образцов из разных стран (мировая коллекция ВНИИГРР им. Н. И. Вавилова) и образцов местной селекции.

Исследования проводили на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» в период 2016–2018 гг.

Коллекционный питомник закладывали по общепринятым методикам для возделывания кормовых культур (Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав, 1975). Стандартный сорт люцерны Ростовская 90 высевали через каждые 10 номеров. Площадь делянки – 1 м², повторность – двукратная (I повторность – для учета урожайности зеленой массы, II повторность – для учета семян). Учет зеленой массы проводили в фазе «конец бутонизации – начало цветения». Облиственность определяли путем отбора снопа весом 1 кг в период учета зеленой массы. Содержание сырого протеина и сухого вещества определяли согласно методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов (Сычев и Лепешкин, 2002).

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерных программ Excel и Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. Для кормовых культур высота растений является важным хозяйственно ценным признаком. По результатам наших исследований, растения люцерны по высоте варьи-

ровали от 75,7 см (К-20367) до 122,5 см (Г-4). При высоте растений стандартного сорта Ростовская 90 103,2 см только 4 образца из 50 изучаемых показали достоверное превышение (Г-1 – 112,9 см; К-47441 – 113,3 см; К-47490 – 118,3 см; Г-4 – 122,5 см). Остальные образцы были на уровне или существенно ниже стандарта (табл. 1).

Ценность люцерны как кормовой культуры обусловливается в первую очередь урожайностью зеленой массы. В среднем за годы исследований изучаемые образцы формировали невысокую урожайность зеленой массы. Так, при показателе стандарта Ростовская 90 3,29 кг/м² 19 образцов имели урожайность от 1,70 до 2,46 кг/м², что существенно ниже показателя стандарта. Образцы К-51698, Г-1, К-50512, Г-3, Г-4 обеспечили существенное превышение урожайности зеленой массы в сравнении с Ростовской 90 (4,13–4,86 кг/м²). Остальные образцы по этому признаку варьировали в пределах наименьшей существенной разности от 2,57 до 3,98 кг/м².

По питательности листья значительно превосходят другие части растений люцерны, что делает существенность ценным хозяйственным признаком. В исследованиях облиственность образцов варьировала от 41 до 53% при показателе стандарта 48%. Образцы К-34493, К-25782, К-31800 существенно превосходили стандарт, их облиственность составляла 52–53%.

Практически аналогичными с урожайностью зеленой массы сформировались показатели урожайности абсолютно сухого вещества. Стандарт Ростовская 90 по этому признаку показал 1,11 кг/м², тогда как урожайность АСВ большей части изучаемых образцов была на уровне или ниже, чем у стандарта. Достоверное превышение наблюдалось у образцов К-50512, Г-1, Г-3, Г-4, которые сформировали урожайность АСВ от 1,42 до 1,65 кг/м². Процент выхода абсолютно сухого вещества у нескольких изучаемых образцов коллекции был существенно выше, чем у стандарта (35,77–37,35% при стандартных 33,88%), однако низкая урожайность зеленой массы не позволила этим образцам выделиться по данному признаку.

Не менее важной является семенная продуктивность люцерны. Варьирование по данному признаку было в широких пределах (от 15,2 до 94,9 г/м²). Существенно меньшую, чем стандарт (от 15,2 до 39,9 г/м²), урожайность семян сформировали 13 образцов изучаемой коллекции. Только 3 образца (К-50511, К-51201, Г-2) обеспечили существенное превышение урожайности семян стандартного сорта Ростовская 90 (63,3 г/м²). Их урожайность составляла 85,7; 86,8 и 94,9 г/м² соответственно.

Содержание сырого протеина в сухом веществе – важнейший признак для кормовых культур. Содержание протеина в АСВ в изучаемых образцах варьировало от 17,79 до 21,47%. Достоверное превышение показателя стандарта Ростовская 90 (18,71%) было у 22 образцов коллекции. Наибольшими показателями содержания протеина выделились образцы К-43260 (20,95%), К-50512 (21,34%), К-31800 (21,47%).

В исследованиях были проанализированы корреляционные связи между признаками. Установлено, что существует средняя положительная связь ($r = 0,52 \pm 0,12$) между урожайностью зеленой массы и урожайностью семян. Это говорит о том, что в изучаемом исходном материале имеются ценные для селекции образцы, сочетающие высокую урожайность семян и зеленой массы (рис. 1).

1. Хозяйственно-биологические и качественные признаки образцов коллекции люцерны (2016–2018 гг.)
1. Economic-biological and qualitative traits of alfalfa collection samples (2016–2018)

Образец	Высота растений, см	Урожайность			Облиственность, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание сырого протеина, %
		зеленой массы, кг/м ²	абсолютно сухого вещества, кг/м ²	Семян, г/м ²			
Ростовская 90, ст.	103,2	3,29	1,11	63,3	48	33,88	18,71
К-20367 (Татарстан)	75,7	3,05	1,03	29,7	50	33,82	18,23
К-23426 (Россия)	81,1	2,34	0,69	49,0	48	29,59	19,97
К-25782 (Казахстан)	83,6	2,31	0,71	51,6	53	30,93	19,56
К-30103 (Казахстан)	101,1	3,65	1,14	57,8	46	31,15	19,28
К-31800 (Россия)	95,5	2,76	0,85	63,6	53	30,70	21,47
К-34493 (Узбекистан)	96,1	1,77	0,59	17,1	52	33,38	19,82
К-36048 (Чехословакия)	94,3	1,70	0,60	15,2	49	35,38	18,58
К-37611 (Казахстан)	104,1	2,15	0,71	15,4	47	33,15	20,00
К-38267 (Украина)	108,6	1,87	0,64	39,9	48	34,27	19,56
К-38276 (Россия)	111,5	2,26	0,81	59,2	48	35,55	19,59
К-39948 (Украина)	110,0	2,16	0,69	36,0	48	32,04	19,66
К-39978 (Франция)	101,5	1,73	0,63	31,6	48	36,22	18,47
К-40696 (Украина)	104,0	2,32	0,80	30,9	48	34,42	19,23
К-41803 (Азербайджан)	92,8	1,73	0,62	63,2	50	35,77	20,40
К-42682 (Венгрия)	102,0	1,65	0,55	25,6	46	33,52	17,79
К-42690 (Чехословакия)	100,8	2,91	1,03	53,2	45	35,38	19,23
К-42712 (Перу)	94,4	2,09	0,73	57,8	41	34,87	20,07
К-43260 (Франция)	93,5	2,21	0,78	62,6	47	35,32	20,95
К-44032 (Россия)	93,1	2,95	1,00	65,0	43	33,82	17,92
К-45109 (Латвия)	100,2	2,29	0,76	67,5	47	32,93	20,57
К-45041 (Башкирия)	92,7	1,97	0,68	62,1	48	34,71	20,32
К-45118 (Украина)	86,4	2,84	0,95	73,6	48	33,30	20,06
К-45350 (Казахстан)	92,6	2,80	0,95	81,3	47	33,75	20,65
К-45479 (Татарстан)	90,3	3,48	1,21	64,2	42	34,87	19,34
К-46707 (Россия)	93,1	3,63	1,17	81,1	43	32,40	20,19
К-47049 (Россия)	105,3	3,01	1,03	59,0	43	34,20	18,24
К-46315 (Чехословакия)	100,3	2,95	1,07	39,9	41	36,22	19,76
К-47201 (Молдова)	98,8	2,41	0,88	35,1	43	36,71	19,77
К-47490 (Украина)	118,3	3,41	1,25	50,9	46	36,71	20,32
К-47441 (Австралия)	113,3	2,46	0,92	32,8	48	37,35	18,74
К-48339 (Литва)	105,8	1,88	0,64	35,0	49	34,20	19,13
К-48620 (Россия)	109,4	2,97	0,95	35,9	43	32,04	20,41
К-48723 (Россия)	107,8	2,57	0,90	81,1	47	35,10	18,55
К-50511 (Россия)	98,3	3,54	1,12	85,7	50	31,82	20,64
К-50512 (Россия)	99,6	4,43	1,42	70,2	46	32,17	21,34
К-50759 (Украина)	87,3	3,14	1,06	81,5	47	33,60	19,84
К-51203 (Россия)	91,5	2,79	0,92	86,8	42	33,07	20,06
К-51695 (Россия)	90,6	2,95	0,99	60,1	46	33,52	18,68
К-51696 (Казахстан)	108,9	3,02	0,98	81,2	44	32,48	19,56
К-51697 (Украина)	109,1	3,07	1,02	69,2	46	33,15	17,90
К-51698 (Украина)	105,8	4,13	1,32	79,2	44	32,04	20,52
Г-1	112,9	4,21	1,44	29,9	46	34,20	18,42
Г-2	109,8	3,19	1,04	94,9	47	32,62	19,23
Г-3	95,6	4,61	1,50	72,9	50	32,49	18,98
Г-4	122,5	4,86	1,65	83,0	49	34,04	17,90
Г-5	106,1	3,98	1,35	81,0	45	33,82	19,18
Г-6	105,0	2,70	0,88	64,3	49	32,62	20,42
Г-7	97,6	2,66	0,94	56,6	43	35,38	17,98
Г-8	100,6	2,72	0,85	84,0	47	31,37	19,54
НСР ₀₅ /ст. отклонение	9,4	0,79	0,26	21,14	2,8	1,68	0,93

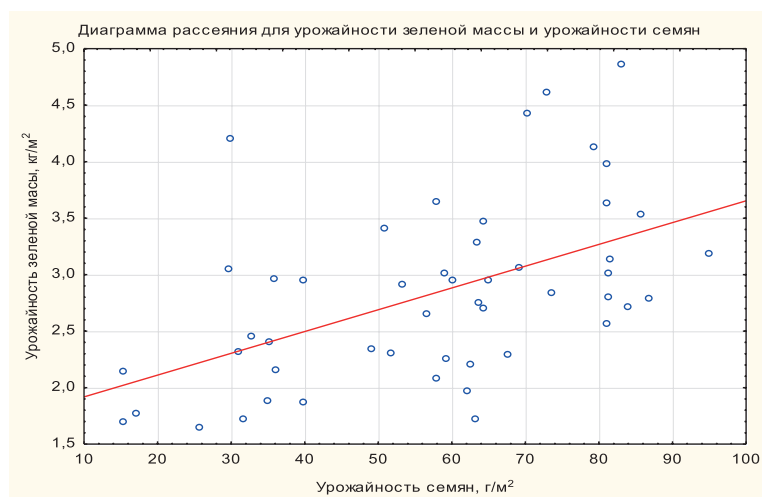


Рис. 1. Корреляционная связь между урожайностью зеленой массы и урожайностью семян (2016–2018 гг.)

Fig. 1. Correlation between green mass productivity and seed productivity (2016–2018)

Была установлена также средняя положительная зависимость ($r = 0,48 \pm 0,13$) признаков «урожайность семян» и «урожайность АСВ» (рис. 2).

Менее тесная, но важная при изучении исходного материала зависимость установлена между признаками

«содержание абсолютно сухого вещества» и «содержание сырого протеина». Коэффициент корреляции связи между этими признаками составил $r = -0,28 \pm 0,14$, что говорит об уменьшении содержания сырого протеина при возрастании доли сухого вещества в растениях (рис. 3).

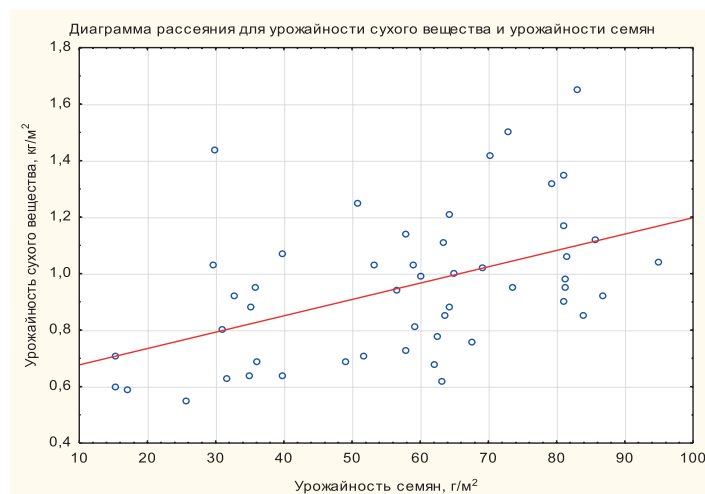


Рис. 2. Корреляционная связь между урожайностью сухого вещества и урожайностью семян (2016–2018 гг.)

Fig. 2. Correlation between dry matter productivity and seed productivity (2016–2018)

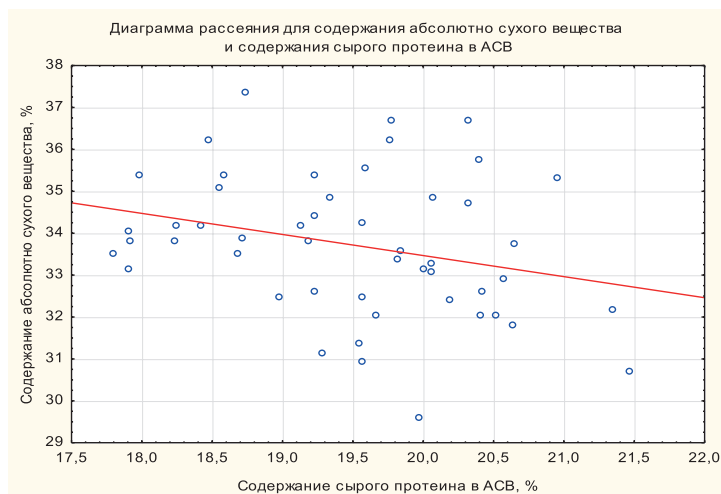


Рис. 3. Корреляционная связь между содержанием абсолютно сухого вещества и содержанием протеина (2016–2018 гг.)

Fig. 3. Correlation between dry matter percentage and protein percentage (2016–2018)

Выводы. По результатам исследований были выделены образцы коллекции люцерны, которые представляют интерес для селекции по ряду хозяйственно ценных признаков:

- по высоте растений: Г-1 (112,9 см), К-47441 (113,3 см), К-47490 (118,3 см), Г-4 (122,5 см);
- по урожайности зеленой массы: К-51698 (4,13 кг/м²), Г-1 (4,21 кг/м²), К-50512 (4,43 кг/м²), Г-3 (4,61 кг/м²), Г-4 (4,86 кг/м²);
- по облиственности растений: К-34493 (52,5%), К-25782 (52%), К-31800 (53%);

– по урожайности абсолютно сухого вещества: К-50512 (1,42 кг/м²), Г-1 (1,44 кг/м²), Г-3 (1,50 кг/м²), Г-4 (1,65 кг/м²);

– по урожайности семян: К-50511 (85,7 г/м²), К-51201 (86,8 г/м²), Г-2 (94,9 г/м²);

– по содержанию сырого протеина: К-43260 (20,95%), К-50512 (21,34%), К-31800 (21,47%).

Выделенные образцы будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Библиографические ссылки

1. Благовещенский Г. В. Производство объемистых кормов в изменяющемся мире // Кормопроизводство. 2011. № 5. С. 3–5.
2. Игнатьев С. А., Грязева Т. В. Результаты селекции люцерны на продуктивность // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 62–66. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-62-66.
3. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Россельхозакадемия, 2014. 717 с.
4. Косолапов В. М., Шамсутдинов З. Ш., Ившин Г. И. и др. Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра: монография. М.: Наука, 2015. 545 с.
5. Кулинцев В. В., Магомедов К. Г., Ханиева И. М., Улимбашев М. Б. Биология и технология возделывания люцерны. Михайловск: Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, 2018. 145 с.
6. Стародубцева А. М. 25-е Генеральное собрание Европейской федерации лугов: юбилейный конгресс к 50-летию организации // Кормопроизводство. 2014. № 10. С. 3–10.

References

1. Blagoveshchenskij G. V. Proizvodstvo ob'emistykh kormov v izmenyayushchemsya mire [Bulk feed production in a changing world] // Kormoproizvodstvo. 2011. № 5. S. 3–5.
2. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V. Rezul'taty selekcii lyucerny na produktivnost' [The results of the alfalfa breeding for productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 62–66. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-62-66.
3. Kosolapov V. M., Trofimov I. A. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Handbook of feed production]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Rossel'hoz akademiya, 2014. 717 s.
4. Kosolapov V. M., Shamsutdinov Z. Sh., Ivshin G. I. i dr. Osnovnye vidy i sorta kormovykh kul'tur: itogi nauchnoj deyatel'nosti Central'nogo selekcionnogo centra [The main types and varieties of forage crops: the results of the scientific activity of the Central Breeding Center]: monografiya. M.: Nauka, 2015. 545 s.
5. Kulincev V. V., Magomedov K. G., Hanieva I. M., Ulimbashev M. B. Biologiya i tekhnologiya vozdeleyvaniya lyucerny [Alfalfa biology and cultivation technology]. Mihajlovsk: Severo-Kavkazskij federal'nyj nauchnyj agrarnyj centr, 2018. 145 s.
6. Starodubceva A. M. 25-e General'noe sobranie Evropejskoj federacii lugov: yubilejnyj kongress k 50-letiyu organizacii [The 25-th General Meeting of the European Meadow Federation: jubilee congress on the 50th anniversary of the organization] // Kormoproizvodstvo. 2014. № 10. S. 3–10.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 582.893.6:631.52+575.167:631.525(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-55-61

ОЦЕНКА И ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КОРИАНДРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ЗОНЫ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. П. Збраилова¹, научный сотрудник лаборатории мелкосемянных масличных культур, ORCID ID: 0000-0002-6201-2408;

Е. В. Картамышева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией мелкосемянных масличных культур, ORCID ID: 0000-0003-2997-9139;

Т. Н. Лучкина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории мелкосемянных масличных культур, ORCID ID: 0000-0001-6531-392X;

А. С. Бушнев², кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией, ORCID ID: 0000-0002-9037-7965

¹Донская опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта»,
346754, Ростовская обл., Азовский р-н, п. Опорный; e-mail: gnudos@mail.ru;

²ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта»,
350038, г. Краснодар, ул. Филатова, 17; e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Кориандр – эфиромасличная культура многоцелевого использования, имеющая различные направления выращивания: получение эфирного и жирного масел, в качестве пряности и зелени. Кориандр занимает лидирующее место в производстве и потреблении эфирных масел. Наиболее крупным регионом возделывания культуры в России является Центральное Черноземье. В работе показана возможность выращивания кориандра в условиях Ростовской области и выявлены лучшие генотипы, адаптивные к условиям недостаточного увлажнения. Изучено 124 образца коллекции кориандра по различным хозяйственно ценным признакам, показан диапазон их варьирования: по продолжительности вегетационного периода – от 84 до 106 суток; высоте растений – от 42 до 80 см; урожайности плодов – от 26,5 до 250 г/м²; эфиромасличности – от 0,56 до 2,15%; масличности – от 18,9 до 25,4%; сбора масла – от 21,4 до 56,5 г/м²; массе 1000 плодов – от 5,2 до 7,4 г. Кроме того, отмечено наибольшее их проявление. Выделены образцы, представляющие интерес по комплексу хозяйственных признаков (К-298, К-259, К-284, К-272, К-179), а также проявляющие их высокие показатели в различных условиях. Выделены образцы кориандра К-428, К-298, К-284, К-272, проявляющие высокую урожайность семян при свободном цветении и под изоляторами. Определен коэффициент завязываемости плодов (0,16–0,45) с учетом свободного цветения и под изоляторами и отмечены образцы, проявляющие меньшую степень угнетения под изоляторами (с коэффициентом завязываемости >0,3).

Ключевые слова: кориандр (*Coriandrum sativum* L.), погодно-климатические условия, вегетационный период, урожайность, генотипы, образцы.



ESTIMATION AND SELECTION OF CORIANDER INITIAL MATERIAL TO DEVELOP NEW VARIETIES FOR THE INSUFFICIENT HUMIDITY AREAS IN THE ROSTOV REGION

L. P. Zbrailova¹, researcher of the laboratory of small-seeded oil crops, ORCID ID: 0000-0002-6201-2408;

E. V. Kartamysheva¹, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of small-seeded oil crops, ORCID ID: 0000-0003-2997-9139;

T. N. Luchkina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of small-seeded oil crops, ORCID ID: 0000-0001-6531-392X;

A. S. Bushnev², Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of small-seeded oil crops, ORCID ID: 0000-0002-9037-7965

¹Donskaya Experimental Station, A Branch of the Federal Research Center "All-Russian Research Institute of Oil Crops Named after V. S. Pustovoytov",

346754, Rostov region, Azov district, v. of Oporny; e-mail: gnudos@mail.ru;

²Federal Research Center "All-Russian Research Institute of Oil Crops Named after V. S. Pustovoytov",
350038, Krasnodar, Filatov Str., 17; e-mail: vniimk-agro@mail.ru

Coriander is a multi-purpose essential oil plant that has various growing purposes: to obtain essential and fatty oils, to use it as a spice and a green herb. Coriander is a leader in the production and consumption of essential oils. The largest cultivation region in Russia is the Central Blackearth Region. The current work has shown the possibility to grow coriander in the conditions of the Rostov region and has revealed the best genotypes adapted to insufficient humidity. There have been studied 124 coriander collection samples according to various economically valuable traits. There has been presented a range of their variation by the growing season duration from 84 to 106 days, by the plant height from 42 to 80 cm, by yields from 26.5 to 250 g m², by essential oil percentage from 0.56 to 2.15%, by oil content from 18.9 to 25.4%, by oil yields from 21.4 to 56.5 g/m², by 1000-kernel weight from 5.2 g to 7.4 g. The paper also shows the conditions to form their greatest values. There have been identified the samples "K-298", "K-259", "K-284", "K-272", "K-179" with the most valuable set of economic features that can be revealed under various conditions. There have been selected the coriander samples "K-428", "K-298", "K-284", "K-272", showing high seed yields under free flowering and under isolators. There has been established a fruit formation coefficient (0.16–0.45) taking into account free flowering and insulators, and there have been selected the samples showing a lesser degree of oppression under insulators (with a fruit formation coefficient of >0.3).

Keywords: coriander (*Coriandrum sativum* L.), weather-climatic conditions, vegetation period, productivity, genotypes, samples.

Введение. Кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) относится к семейству *Umbelliferae* Juss. (*Apiaceae* Lidl.) зонтичных (сельдерейные). Родиной кориандра считаются Средиземноморье и Малая Азия. Н. И. Вавилов относил данный вид к Переднеазиатскому и Абиссинскому очагам происхождения культурных растений (Вавилов, 1966).

Кориандр является основной эфиромасличной культурой многоцелевого использования. Полезными свойствами обладает все растение. Главное направление выращивания кориандра – получение семян, широко используемых в кулинарии, народной и традиционной медицине, парфюмерии, косметологии, ароматерапии, изготовлении ликероводочных изделий, хлебопечении и колбасном производстве, в консервной, рыбной отраслях промышленности, листья кориандра употребляют в качестве приправ к различным блюдам (Столетова, 1931). Растения являются прекрасным медоносом с продуктивностью нектара более 200 кг/га (Наумкин, 2007).

В мировом потреблении эфирных масел кориандр занимает лидирующее место. Производство семян составляет примерно 600 тыс. т в год. Основными производителями являются Индия, Марокко, Канада, Румыния, Россия и Украина (Зерноэкспорт. Мировой рынок). Кориандр занимает около 80% площади эфирносов и дает 60–80% натуральных эфирных масел. В спелых плодах кориандра содержится 0,5–2,6% эфирного масла, химический состав которого меняется в зависимости от сорта, условий выращивания и содержит более 20 компонентов, основной – линалоол (40–80%) (Бочкарев и др., 2014).

Эфирное масло кориандра представляет собой бесцветную жидкость с резким запахом и горьким вкусом, но в малых дозах или разбавленное приобретает приятный аромат и вкус, применяется в парфюмерных и косметических изделиях, для ароматизации пищевых продуктов. Эфирное масло обладает прекрасным антибактериальным действием и используется при производстве лекарств (Пономарева и др., 2015).

Немаловажную ценность представляет жирное масло (от 18 до 28%), которое применяют в текстильной, лакокрасочной, металлургической промышленности и мыловарении (Егорова и Ставцева, 2016). В состав масла входят олеиновая (28,5%), изоолеиновая (52%), линолевая (13,9%), пальмитиновая (3,5%), стеариновая (1,5%) и миристиновая (0,6%) жирные кислоты (Мироненко и др., 2004; Diederichen and Rugaiah, 1999). Плоды кориандра содержат необходимые для организма микроэлементы и макроэлементы: K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Al, Ba, Se, Ni. Зеленый кориандр содержит аскорбиновую кислоту, рутин, каротин (Бочкарев и др., 2014; Лукомец и др., 2017).

Кориандр может возделываться в различных климатических условиях. В Ростовской области его посевная площадь варьировала и составляла от 2,0 тыс. га в 2019 г. до 16,7 тыс. га в 2015 г. Максимальная урожайность (1,16 т/га) достигнута в 2017 г. на площади 4,0 тыс. га (Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области).

Цель работы заключается в оценке реакции генотипов кориандра на различные погодные условия и возможности возделывания данной культуры в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области. Задача исследования – определение хозяйственно ценных признаков изучаемых образцов кориандра, биометрических показателей и степени их выраженности.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на экспериментальной базе Донской опытной станции – филиале им. Л. А. Жданова ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (ДОС-филиал), расположенной в Приазовской зоне Ростовской области. Территория области находится на юго-востоке Европы. Продолжительность солнечного периода составляет 2000–2200 ч в год. Безморозный период длится от 160–170 дней на севере области и от 180–190 дней на юге. Природно-климатические условия очень засушливы, умеренно жаркие, с недостаточным увлажнением. Почвы полей станции – чернозем обыкновенный с содержанием гумуса в пахотном слое от 3,60 до 3,85%. Среднегодовая температура воздуха – 8,5 °С. Суммарная температура выше 10 °С – 3252 °С. Период вегетации яровых культур – 175–196 дней. Среднеголетняя сумма осадков за год – 450–500 мм, из них за вегетационный период – 270–300 мм (Бондаренко и др., 2013). Исходным материалом исследования служили 124 сортообразца кориандра, переданные Алексеевской опытной станцией ВНИИМК Белгородской области.

Коллекцию изучали под групповыми изоляторами площадью 1 м². Фенологические наблюдения коллекционных образцов проводили на отдельном участке при свободном цветении. Коэффициент завязываемости плодов при самоопылении определен как отношение урожайности семян, полученных под изолятором, к урожайности семян при свободном цветении.

Биохимические анализы семян выполнены с использованием ЯМР-анализатора АМВ-1006 М. Содержание эфирного масла определяли в плодах кориандра, полученных при свободном цветении путем перегонки. Биометрические измерения и учеты проводили по общепринятой методике проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами (2010). Статистическую оценку экспериментальных данных осуществляли по методике полевого опыта (Доспехов, 2011) и с помощью компьютерных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Изучение и сохранение образцов коллекции различного эколого-географического происхождения являются первоначальной задачей селекционеров. Оцениваемая коллекция кориандра представлена 27 образцами из Европы, 29 – из Азии, 10 – из Африки, 5 – из Америки и 53 образцами из России. В качестве стандарта использован сорт Алексеевский 190. Растения изучаемой коллекции отличались окраской стебля, степенью рассеченности и размерами листовой пластинки. Прикорневые листья чаще пятилопастные зеленой окраски различной интенсивности. У большинства сортообразцов стебель с сизым налетом, у 21 образца отмечена антоциановая окраска. Венчик цветков кориандра преимущественно кремовый и розовый, семь образцов отличались белой окраской лепестков.

Эффективность работы с кориандром во многом зависит от погодно-климатических условий района выращивания культуры. Кориандр очень чувствителен к почвенной и атмосферной засухе. В разные фазы развития он неодинаково реагирует на условия увлажнения. Интенсивное потребление влаги начинается с момента полного стеблевания и достигает максимума в фазе цветения. Недостаток влаги в этот период резко снижает урожайность, при этом уменьшается количество зонтиков на растении, увеличивается процент пустоцвета. Оптимальная урожайность кориандра обеспечивается при наличии к моменту

цветения не менее 40–50 мм продуктивной влаги в слое почвы 0–60 см. Критический период по отношению к влаге наблюдается во время цветения (Лукомец и др., 2017).

Кориандр – перекрестно опыляемая культура, поэтому образцы необходимо высевать на изолированных участках или под изоляторами. В связи с тем, что температура воздуха под ними гораздо выше, это создает дополнительное угнетение растений, а в со-

четании с засухой увеличивает процент пустоцвета, снижая выход кондиционных семян.

Годы исследований (2016–2018) характеризовались контрастными условиями по влагообеспеченности и температурному режиму. Температура воздуха была выше средней многолетней, осадки носили неравномерный ливневый характер. Характеристика условий вегетации кориандра (по данным метеостанции ДОС-филиала) представлена на рисунке 1.

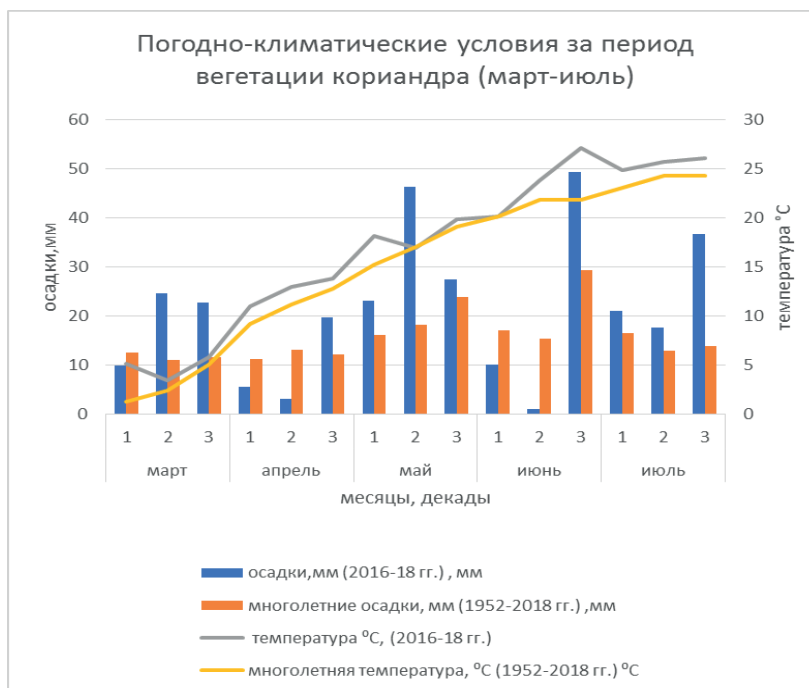


Рис. 1. Погодные условия периода вегетации кориандра

Fig. 1. Weather-climatic conditions of the coriander vegetation period

Наиболее жарким и засушливым был 2018 г. Максимальная температура достигала 41 °C при относительной влажности воздуха 36%.

Гидротермический коэффициент (ГТК) в период изучения образцов значительно различался. ГТК периода вегетации в 2016 и 2017 гг. был выше единицы и составил 1,3 и 1,4 соответственно. В остро засушливом 2018 г. ГТК = 0,6 (табл. 1).

В условиях Донской станции цветение кориандра начинается с I–II декады июня. Отсутствие необходимого количества осадков для роста и развития растений в эту фазу сокращает вегетационный период, урожайность и масличность, что не позволяет получать достаточное количество полноценных семян. Наибольший период вегетации и продуктивность растений отмечены в благоприятном 2017 г.

1. Характеристика условий вегетации кориандра (2016–2018 гг.) 1. Characteristics of the coriander vegetation conditions (2016–2018)

Год	ГТК		Дата			Вегетационный период, сутки	Сумма положительных температур, °C
	года	периода вегетации	всходов	начала цветения	созревания		
2016	0,9	1,3	20.04	11.06	28.07	96	2740
2017	0,9	1,4	10.04	13.06	24.07	104	3172
2018	0,7	0,6	26.04	09.06	20.07	86	3284

Диапазон варьирования основных хозяйственно ценных признаков коллекции кориандра при свободном цветении составил по продолжительности вегетационного периода от 84 до 106 суток; высоте растений – от 42 до 80 см; урожайности плодов – от 26,5

до 250 г/м²; эфиромасличности – от 0,56 до 2,15%; масличности – от 18,9 до 25,4%; сбора масла – от 21,4 до 56,5 г/м²; массе 1000 плодов – от 5,2 до 7,4 г. В таблице 2 представлена характеристика лучших сортов кориандра по данным признакам.

2. Результаты испытаний лучших образцов кориандра, выращенных при свободном цветении (среднее за 2016–2018 гг.)

2. Trial results of the best coriander varieties, grown under free flowering (average in 2016–2018)

Номер сортообразца, происхождение	Вегетационный период, сут	Высота растений, см	Урожайность плодов		Содержание эфирного масла, %	Масличность плодов		Масса 1000 плодов	
			г/м ²	± st.		%	± st.	г	± st.
K-298 (Дагестан)	104	59	250,0	+83,5	1,33	25,4	+1,8	6,6	+0,5
K-259 (Канада)	101	51	238,5	+72,0	1,42	23,5	-0,1	7,2	+1,1
K-284 (Индия)	98	58	212,0	+45,5	1,05	25,2	+1,6	6,7	+0,6
K-272 (Латвия)	96	80	210,0	+43,5	1,12	21,7	-1,9	6,9	+0,8
K-179 (Франция)	97	66	204,5	+38,0	1,87	24,2	+0,6	6,0	-0,1
K-235 (Краснодар)	97	57	196,5	+30,0	1,92	21,9	-1,7	6,1	–
K-249 (Иркутск)	95	57	188,2	+21,7	1,18	24,6	+1,0	7,1	1,0
K-428 (Краснодар)	98	53	180,7	+14,2	1,43	22,3	-1,3	7,0	+0,9
K-230 (Таджикистан)	94	56	179,8	+13,3	1,37	21,4	-2,2	6,3	+0,2
K-380 (Краснодар)	99	54	179,5	+13,0	1,64	22,3	-1,3	6,9	+0,8
K-470 (Китай)	98	56	178,5	+12,0	1,08	22,6	-1,0	7,4	+1,3
K-266 (Марокко)	102	58	177,3	+10,8	1,13	19,9	-3,7	5,8	-0,3
K-189 (Голландия)	97	68	175,7	+9,2	1,51	23,7	+0,1	6,7	+0,6
K-76 (Армения)	97	67	173,2	+6,7	1,78	24,1	+0,5	5,2	-0,9
K-219 (Китай)	95	55	167,3	+0,8	1,25	24,6	+0,1	7,1	+1,0
K-316 (Казахстан)	98	69	166,7	+0,2	1,33	25,1	+1,5	5,9	-0,2
Алексеевский 190, st.	98	67	166,5	–	2,15	23,6	–	6,1	–
НСР ₀₅	–	–	12,5	–	–	–	–	–	–

Выделено 3 скороспелых образца и 2 позднеспелых, отличавшихся по вегетационному периоду от стандарта на 3–6 сут. Высота растений на уровне или выше стандарта выявлена у K-272, K-179, K-189, K-76, K-316. Максимальная урожайность отмечена у образцов K-272, K-284, K-259, K-298, превосходящих стандарт на 43,5–83,5 г/м². Высоким содержанием эфирного масла (1,78–2,15%) характеризовались образцы K-76, K-235, K-179. Наибольшую прибавку по масличности (1,5–1,8% к стандарту) показали образцы K-316, K-284, K-298. Прибавка к стандарту сбора масла от 12,5 до 21,5 г/м² отмечена у K-284, K-259, K-298. Наиболее крупные плоды (с массой 7,2–7,4 г) выявлены у K-259, K-470. Выделены сортообразцы, представляющие интерес по комплексу хозяйственных признаков: K-298, K-259, K-284, K-272, K-179.

Диапазон варьирования лучших образцов при изолированном цветении по значимым признакам составил: вегетационный период – 80–99 суток; урожайность семян – 14,7–81,9 г/м²; масличность – 12,5–26,3%; сбор масла – 3,4–19,2 г/м²; масса 1000 плодов – 6,9–10,7 г. Результаты лучших образцов представлены в таблице 3.

Выделены сортообразцы, представляющие интерес по основным направлениям: раннеспелость (от 91 до 94 сут) – K-76, K-235; K-249, K-284, K-298, K-470; урожайность (69,4–81,9 г/м²) – K-284, K-298, K-428; масличность (26,3%) – K-428. По сбору масла выделено пять образцов (K-284, K-298, K-380, K-428, K-470), превысивших стандарт на 2,2–9,0 г/м². По массе 1000 плодов превышение стандарта на 2,5–3,8 г отмечено у образцов K-179, K-235, K-249, K-298, K-470. В исследовании особое внимание уделяли образцам с максимальным проявлением хозяйственно значимых признаков при свободном цветении и при изоляции. В обоих случаях выделены три образца по урожайности плодов: K-284, K-298, K-428.

Вместе с тем у растений, выращенных под изоляторами, наблюдались сокращение вегетационного периода, снижение урожайности и масличности, поэтому важное значение имеет соотношение урожайности плодов, выращенных при изоляции, и урожайности при свободном цветении, выраженное коэффициентом завязываемости плодов (табл. 4).

Отмечены образцы, проявляющие меньшую степень угнетения под изоляторами. Коэффициент завязываемости плодов таких образцов – больше 0,3. Данные образцы проявили наибольшую адаптивность к условиям недостаточного увлажнения и высокую продуктивность.

Выводы

1. Изучена коллекция кориандра ВИР в количестве 124 образцов различного эколого-географического происхождения в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области по основным хозяйственно ценным признакам.

2. Выявлены скороспелые образцы кориандра K-230, K-219, K-249 с вегетационным периодом 94–95 сут.

3. Наибольшая урожайность плодов (>200 г/м²) при свободном цветении отмечена у K-298, K-259, K-284, K-272, K-179.

4. Максимальное содержание эфирного масла в плодах определено у сорта Алексеевский 190 (2,15%), а также у образцов K-235 (1,92%), K-479 (1,087%), K-76 (1,78%).

5. Выделены образцы кориандра по комплексу хозяйственно ценных признаков в различных условиях цветения: K-298, K-259, K-284, K-272, K-179.

6. Выделено 4 образца кориандра (K-428, K-298, K-284, K-272), проявляющие высокую урожайность семян при свободном цветении и под изоляторами.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания № 0711-2014-0002.

3. Результаты испытаний лучших сортообразцов кориандра, выращенных под изоляторами (среднее за 2016–2018 гг.)

3. Trial results of the best coriander varieties, grown under isolators (average in 2016–2018)

Номер сортообразца, происхождение	Вегетационный период, сут	Урожайность		Масличность		Сбор масла		Масса 1000 плодов	
		г/м ²	± st.	%	± st.	г/м ²	± st.	г	± st.
К-428 (Краснодар)	96	81,9	+29,2	26,3	+4,6	19,2	+9,0	8,5	+1,6
К-298 (Дагестан)	94	73,7	+21,0	19,6	-2,1	12,9	+2,7	9,0	+2,1
К-284 (Индия)	94	69,4	+16,7	21,8	+0,1	13,5	+3,3	6,9	–
К-470 (Китай)	93	66,5	+13,8	21,0	-0,7	12,4	+2,2	10,7	+3,8
К-272 (Латвия)	97	65,0	+12,3	16,8	-4,9	9,7	-0,5	8,8	+1,9
К-316 (Казахстан)	95	63,6	+10,9	19,3	-2,4	10,9	+0,7	8,8	+1,9
К-76 (Армения)	91	58,8	+6,1	22,5	+0,8	11,8	+1,6	7,9	+1,0
К-235 (Краснодар)	91	56,2	+3,5	22,1	+0,4	11,1	+0,9	9,6	+2,7
К-189 (Голландия)	95	55,3	+2,6	22,8	+1,1	11,2	+1,0	8,5	+1,6
К-259 (Канада)	95	54,9	+2,2	20,3	-1,4	9,9	-0,3	7,8	+0,9
К-380 (Краснодар)	95	54,0	+1,3	20,7	-1,0	13,0	+2,8	8,5	+1,6
К-249 (Иркутск)	91	53,8	+1,1	23,8	+2,1	11,4	+1,2	9,9	+3,0
К-179 (Франция)	95	43,7	-9,0	19,2	-2,5	7,5	-2,7	9,4	+2,5
К-219 (Китай)	96	34,7	-18,6	21,3	-0,4	6,6	-3,6	8,9	+2,0
К-230 (Таджикистан)	95	34,1	-18,6	18,5	-3,2	5,6	-4,6	7,4	+0,5
К-266 (Марокко)	97	29,1	-23,6	18,9	-2,8	4,9	-5,3	7,3	+0,4
Алексеевский 190, st.	99	52,7	–	21,7	–	10,2	–	6,9	–
НСР ₀₅	–	6,7	–	–	–	–	–	–	–

4. Соотношение урожайности плодов кориандра, выращенных при свободном цветении и изоляции
4. Correlations between coriander yields grown free flowering and under isolators

Номер сортообразца, происхождение	Коэффициент завязываемости плодов	Урожайность плодов, г/м ²	
		при свободном цветении	под изоляторами
К-428 (Краснодар)	0,45	180,7	81,9
К-316 (Казахстан)	0,38	166,7	63,6
К-470 (Китай)	0,37	178,5	66,5
К-76 (Армения)	0,34	173,2	58,8
К-284 (Индия)	0,33	212,0	69,4
К-189 (Голландия)	0,31	175,7	55,3
К-272 (Латвия)	0,31	210,0	65,0
К-380 (Краснодар)	0,30	179,5	54,0
К-298 (Дагестан)	0,29	250,0	73,7
К-235 (Краснодар)	0,29	196,5	56,2
К-249 (Иркутск)	0,29	188,2	53,8
К-259 (Канада)	0,23	238,5	54,9
К-179 (Франция)	0,21	204,5	43,7
К-219 (Китай)	0,21	167,3	34,7
К-230 (Таджикистан)	0,19	179,8	34,1
К-266 (Марокко)	0,16	177,3	29,1
Алексеевский 190, st.	0,32	166,5	52,7
НСР ₀₅	–	12,5	6,7

Библиографические ссылки

1. Бондаренко С. Г., Горбаченко Ф. И., Горячев В. П. и др. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ростов н/Д.: М-во сельского хозяйства и продовольствия, 2013. Ч. II. Раздел ¼. 159 с.
2. Бочкарев Н. И., Зеленцов С. В., Мошненко Е. В. Морфология, таксономия, методы селекции и характеристика сортов кориандра посевного // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2014. Вып. 2(159–160). С. 178–195.
3. Вавилов Н. И. Избранные сочинения. Генетика и селекция. М.: Колос, 1966. 562 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 2011. 352 с.
5. Егорова Н. А., Ставцева И. В. Разработка биотехнологических приемов получения устойчивых к низкотемпературному стрессу форм кориандра *in vitro* // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2016. Вып. 1(165). С. 43–50.
6. Зерноэкспорт. Мировой рынок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zernoexport.com>.
7. Лукомец В. М., Кривошлыков К. М., Зеленцов С. В. и др. Эфиромасличные культуры // Кориандр. Краснодар, 2017. 295 с.
8. Лукомец В. М., Тильба В. А., Бочкарев Н. И. и др. Инновационные технологии возделывания масличных культур. Краснодар, 2017. 256 с.
9. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В. М. Лукомца. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар, 2010. 328 с.
10. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. Оперативная информация. 2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.don-agro.ru>.
11. Мироненко И. М., Ходыкина В. В., Глотов В. А., Ширяев А. В. Эфираносы Белогорья. Белгород, 2004. С. 36–44.
12. Наумкин В. П. Продуктивность кориандра разных сроков посева // Пчеловодство. 2007. № 7. С. 20–22.
13. Пономарева Е. И., Молохова Е. И., Холов А. К. Применение эфирных масел в фармации // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21156>.
14. Столетова Е. А. Кориандр. М.-Л.: Гос. изд-во с.-х. и колх.-кооп. лит., 1931. 68 с.
15. Diederichsen A., Rugayah. *Coriandrum sativum* L. / Plant Resources of South-East Asia. Spices / ed.: C. C. de Guzman and J. S. Siemonsma. Leiden, the Netherlands: Backhuys Publisher, 1999. No. 13. Pp. 104–108.

References

1. Bondarenko S. G., Gorbachenko F. I., Goryachev V. P. i dr. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zoned agricultural systems of the Rostov region for 2013–2020]. Rostov n/D.: M-vo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya, 2013. Ch. II. Razdel ¼. 159 s.
2. Bochkarev N. I., Zelencov S. V., Moshnenko E. V. Morfologiya, taksonomiya, metody selekcii i harakteristika sortov koriandra posevnogo [Morphology, taxonomy, breeding methods and characterization of seed coriander varieties] // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2014. Vyp. 2(159–160). S. 178–195.
3. Vavilov N. I. Izbrannye sochineniya. Genetika i selekciya [Selected works. Genetics and selection]. M.: Kolos, 1966. 562 c.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 2011. 352 s.
5. Egorova N. A., Stavceva I. V. Razrabotka biotekhnologicheskikh priemov polucheniya ustojchivyh k nizkotemperaturnomu stressu form koriandra *in vitro* [Development of biotechnological methods for obtaining *in vitro* coriander forms resistant to low temperature stress] // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2016. Vyp. 1(165). S. 43–50.
6. Zernoeksport. Mirovoj ryok [Elektronnyj resurs] [Grain export. World market]. Rezhim dostupa: <http://zernoexport.com>.
7. Lukomec V. M., Krivoshlykov K. M., Zelencov S. V. i dr. Efiromaslichnye kul'tury [Essential oil crops] // Koriandr. Krasnodar, 2017. 295 s.
8. Lukomec V. M., Til'ba V. A., Bochkarev N. I. i dr. Innovacionnye tekhnologii vzdelyvaniya maslichnyh kul'tur [Innovative technologies for oil crops cultivation]. Krasnodar, 2017. 256 s.
9. Metodika provedeniya polevyh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methodology for conducting field agro technical experiments with oilseeds] / Pod obshch. red. V. M. Lukomca. 2-e izd., pererab. i dop. Krasnodar, 2010. 328 s.
10. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Rostovskoj oblasti. Operativnaya informaciya. 2019 [Elektronnyj resurs] [The Ministry of Agriculture and Food of the Rostov region. Operative information]. Rezhim dostupa: <https://www.don-agro.ru>.
11. Mironenko I. M., Hodykina V. V., Glotov V. A., Shiryayev A. V. Efironosy Belogor'ya [Essential oil crops of Belogorye]. Belgorod, 2004. S. 36–44.
12. Naumkin V. P. Produktivnost' koriandra raznyh srokov poseva [The productivity of coriander with different sowing dates] // Pchelovodstvo. 2007. № 7. S. 20–22.

-
13. Ponomareva E. I., Molohova E. I., Holov A. K. Primenenie efirnyh masel v farmacii [The use of essential oils in pharmacy] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. № 4. Rezhim dostupa: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21156>.
14. Stoletova E. A. Koriandr [Coriander]. M.-L.: Gos. izd-vo s.-h. i kolh.-koop. lit., 1931. 68 s.
15. Diederichsen A., Rugayah. *Coriandrum sativum* L. / Plant Resources of South-East Asia. Spices / ed.: C. C. de Guzman and J. S. Siemonsma. Leiden, the Netherlands: Backhuys Publisher, 1999. No. 13. Pp. 104–108.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.16:632.954:631.51(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-62-67

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ СОРТА ЯРОМИР В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. З. Веневцев, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом земледелия, химизации и защиты растений, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-5786-3400;

М. Н. Захарова, старший научный сотрудник отдела земледелия, химизации и защиты растений, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-9610-1743;

Л. В. Рожкова, научный сотрудник отдела земледелия, химизации и защиты растений, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-6399-707X

ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ,

390502, Рязанская обл., Рязанский р-н, с. Подвьязь, ул. Парковая, 1; тел.: (4912) 26-62-31; e-mail: podvyaze@bk.ru

Приведены результаты двухлетних полевых испытаний трех систем защиты ярового ячменя сорта Яромир в технологии возделывания культуры, применяемых для улучшения фитосанитарного состояния посевов и повышения урожайности культуры. Установлено, что изучаемые системы эффективно защищали посевы ярового ячменя от вредных организмов от всходов до уборки. При общей численности сорных растений 80 шт/м² в 2017 г. эффективность используемых гербицидов составила 91–94%. В 2018 г. эффективность этих препаратов составляла 92–95% при общей численности сорных растений 72 шт/м². Оценено влияние фунгицидов на развитие темно-бурой и сетчатой пятнистостей. Эффективность препаратов по годам исследований колебалась от 89 до 92% по темно-бурой пятнистости и от 80 до 85% по сетчатой. В результате проведенного учета урожайности ярового ячменя выявлено, что под влиянием систем защиты получена дополнительная урожайность зерна 1,42; 1,46; 1,44 т/га в 2017 г. и 1,29; 1,33; 1,26 т/га в 2018 г. Анализ экономической эффективности изучаемых систем защиты показал, что в 2017 г. условно чистый доход был получен от их применения от 1000 до 3650 руб/га, в 2018 г. – от 5780 до 7636 руб/га при стоимости 1 тонны зерна ярового ячменя в 2017 г. 5 тыс. руб., а в 2018 г. – 9 тыс. руб.

Ключевые слова: яровой ячмень, гербициды, фунгициды, засоренность, эффективность, дополнительный урожай, условно чистый доход.



THE IMPACT OF PROTECTION SYSTEMS ON PHYTOSANITARY CONDITION OF SOWINGS AND PRODUCTIVITY OF THE SPRING BARLEY VARIETY “YAROMIR” IN THE RYAZAN REGION

V. Z. Venevtsev, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the department for agriculture, chemicalization and plant protection, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-5786-3400;

M. N. Zakharova, senior researcher of the department for agriculture, chemicalization and plant protection, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-9610-1743;

L. V. Rozhkova, researcher of the department for agriculture, chemicalization and plant protection, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-6399-707X

ISA, branch of FSBSI FRAC ARIM,

390502, Ryazan region, Ryazan district, v. of Podvyazie, 1; tel.: (4912) 26-62-31; e-mail: podvyaze@bk.ru

The current study gives the results of 2-year field trails which tested three protection systems for the spring barley variety “Yaromir” to improve the phytosanitary condition of sowings and to increase productivity. It has been established that the studied protection systems effectively protected spring barley from harmful organisms from sprouting to harvesting. With a total number of weeds of 80 pcs/m² in 2017 the effectiveness of the herbicides was 91–94%; and with a total number of weeds of 72 pcs/m² in 2018 the effectiveness of these preparations was 92–95%. There has been evaluated fungicides' impact on the development of dark brown and net spots. The effectiveness of the preparations through study years ranged from 89 to 92% for dark brown spots and from 80 to 85% for net spots. As a result of the analysis of spring barley productivity, it has been revealed that under the effect of protection systems there has been obtained an additional grain yield of 1.42, 1.46, 1.44 t/ha in 2017 and 1.29, 1.33, 1.26 t/ha in 2018. The analysis of the economic efficiency of the studied protection systems has shown that in 2017 a conditionally net income ranged from 1,000 to 3,650 rubles/ha, in 2018 it ranged from 5,780 to 7,636 rubles/ha, when 1 ton of spring barley grain cost 5 thousand rubles in 2017, and 9 thousand rubles in 2018.

Keywords: spring barley, herbicides, fungicides, weediness, efficiency, additional yield, conditionally net income.

Введение. В структуре производства зерна в мире по видам зерновых ячмень занимает четвертое место после пшеницы, риса, кукурузы на зерно. Российская Федерация по производству ячменя занимает первое в мире место – 11,7%, но по урожайности уступает странам мира. Так, в США получают 3,41; Китае – 3,98; Франции – 6,41; Германии – 5,88; в то же время в России – от 1,8 до 2,0 т/га (Шпаар, 2008).

В Рязанской области яровой ячмень – основная зернофуражная культура, используемая на продовольственные и кормовые цели. Сельхозпроизводители области ежегодно, в зависимости от зоны возделывания, используемых сортов и уровня интенсификации, получают урожайность зерна от 2,0 до 4,5 т/га. Культуру выращивают в хозяйствах области ежегодно на площади 120–130 тыс. га, что

составляет 30% посевов, занимаемых зерновыми культурами.

Увеличение объемов производства ярового ячменя возможно прежде всего за счет создания новых высокопродуктивных сортов с хорошим качеством зерна и разработки технологий возделывания этих сортов. Важным фактором при возделывании районированных и перспективных сортов являются изучение и внедрение систем защиты их от вредных организмов. Применяя защитные мероприятия от вредителей, болезней и сорняков в технологии выращивания культуры, урожайность зерна можно увеличить на 20–25% (Веневцев и др., 2008; Веневцев и др., 2016; Веневцев и др., 2016).

Институт семеноводства и агротехнологий в течение 25 лет проводит испытания систем защиты ярового ячменя на сортах отечественной и иностранной селекции (с 1990 по 2005 г. – Рязанский НИПТИ АПК, с 2005 по 2010 г. – ГНУ Рязанский НИИСХ, с 2010 по 2018 г. – ФГБНУ Рязанский НИИСХ). За этот период разработаны и внедрены в производство системы защиты сортов: Московский-2, Зазерский-85, Нур, Эльф, Ксанаду, Жозефин, Грейс, Аннабель (Санин и др., 2000; Веневцев и др., 2018; Веневцев и др., 2018; Спиридонов и др., 2011).

С появлением нового сорта ярового ячменя Яромир возникла необходимость в проведении исследований по выявлению лучших систем защиты культуры с применением новых препаратов, используемых для защиты от вредных организмов от всходов до уборки.

Цель наших исследований – оптимизировать и рекомендовать производству новые, более совершенные и эффективные системы защиты ярового ячменя, которые обеспечат улучшение фитосанитарного состояния посевов, увеличение урожайности и условно чистого дохода с гектара.

Материалы и методы исследований. Оригинаторы сорта Яромир ФГБНУ «Федеральный центр «Немчиновка» и ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в рекомендациях по возделыванию сорта характеризуют его как зернофуражный и восприимчивый к корневым гнилям и гельминтоспориозу (Кузьмин и др., 2014). Исследования проведены на опытном поле Института семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ ФНАЦ Всероссийский институт механизации в 2017 и 2018 гг. Почва участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая; содержание гумуса – 3,6%; калия, фосфора – высокое; pH почвы – 5,8. Предшественник – озимая пшеница. Площадь обрабатываемой деланки – 1,0 га, повторность – трехкратная. Сорт ярового ячменя Яромир.

Общепринятая для области технология возделывания: ранневесеннее боронование сценом борон, внесение сложных удобрений азофоски в дозе (NPK)₃₂ кг д. в./га, предпосевная культивация КПС-4, сев зерновой сеялкой СЗ-3,6, прикатывание.

Семена ярового ячменя протравливали изучаемыми препаратами непосредственно перед севом из расчета 10 л рабочего раствора на 1 тунну семян. Гербициды вносили тракторным опрыскивателем ОН-600 с нормой расхода 200 л/га рабочего раствора, фунгициды – с нормой расхода рабочего раствора 300 л/га.

Учеты сорной растительности, болезней и вредителей проведены в соответствии с методическими указаниями (2004, 2004, 2013). Математическая обработка урожайных данных проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2014); способ уборки и учет урожая культуры – вручную, методом пробных снопов с учетной площади 1 м² в четырехкратной повторности на каждой опытной деланке.

Погодные условия во время вегетации ярового ячменя в 2017 г. по количеству выпавших осадков и тем-

пературе воздуха были на уровне среднемноголетних данных, что благоприятно повлияло на формирование урожая культуры. В 2018 г. количество выпавших осадков в июне было меньше среднемноголетней нормы на 44 мм, в августе – на 36 мм. Необходимо отметить, что вегетация растений ярового ячменя проходила при повышенных температурах: в мае – выше нормы на 6,6; в июне – на 3,3; в июле – на 4,0; в августе – на 6,5 °С.

Испытания изучаемых систем защиты проводили в полевом опыте по схеме: контроль – без химических обработок; система № 1: протравливание семян – Оплот Трио, 17,5% (90 г/л дифеноконазола + 45 г/л тебуконазола + 40 г/л азоксистробина) ВСК – 0,6 л/т + Табу Нео, 50% (400 г/л имидаклоприда + 100 г/л клотианидина) ВСК – 1,25 л/т, опрыскивание посевов в фазу кущения гербицидом Бомба, 75% (563 г/кг трибенулон-метила + 187 г/кг флорасулама) ВДГ – 0,03 кг/га + ПАВ Адью – 0,2 л/га, опрыскивание посевов в фазу колошения фунгицидом Колосаль Про, 50% (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) КМЭ – 0,4 л/га; система № 2: протравливание семян – Селест Макс, 16,5% (125 г/л тиаметоксама + 25 г/л флудиоксонила + 15 г/л тебуконазола) КС – 2,0 л/т, опрыскивание посевов в фазу кущения гербицидом Линтур, 70% (659 г/л дикамбы + 41 г/л триасульфурона) ВДГ – 0,18 кг/га, опрыскивание посевов в фазу колошения фунгицидом Амистар Трио, 25,5% (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола) КЭ – 1,0 л/га; система № 3: протравливание семян – Максим Экстрим, 25% (18,7 г/л флудиоксонила + 6,25 г/л ципроконазола) КС – 2,0 л/т + Имидор Про, 20% (200 г/л имидаклоприда) КС – 1,25 л/т, опрыскивание посевов в фазу кущения гербицидом Фенизан, 38,2% (360 г/л дикамбы кислоты + 22,2 г/л хлорсульфурона кислоты) ВР – 0,18 л/га, опрыскивание посевов в фазу колошения фунгицидом Титул Дуо, 40% (200 г/л припиконазола + 200 г/л тебуконазола) ККР – 0,32 л/га.

Результаты и их обсуждение. Проведенные фитозэкспертиза и фитопатологические анализы ярового ячменя сорта Яромир выявили на семенах и растениях культуры возбудителей болезней. Перед посевом в 2017–2018 гг. была проведена фитозэкспертиза семян ярового ячменя сорта Яромир, предназначенных для проведения исследований (фитозэкспертиза и фитопатологические анализы проведены специалистами «Агроанализ-Дон», г. Азов, Ростовская область, руководитель Е. А. Шупляк). В результате исследования семян обнаружены споры фитопатогенных грибов: *Alternaria alternata* (альтернариоз ячменя), *Fusarium spp.* (фузариоз ячменя), *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana*) – темно-бурая пятнистость ячменя. Фитопатологическое исследование семян на внутреннюю зараженность биологическим методом (после проведения поверхностной стерилизации) показало, что на проростках обнаружено спороношение альтернариоза ячменя при уровне зараженности семян в 2017 г. – 34% и в 2018 г. – 28%; фузариоза ячменя при уровне зараженности семян в 2017 г. – 16%, в 2018 г. – 14%; плесневения семян при уровне зараженности в 2017 г. – 10% и в 2018 г. – 8%. В результате полученных данных фитозэкспертизы была уточнена схема применения препаратов для предпосевной обработки семян ячменя и подобраны наиболее эффективные фунгициды по действию на выявленные фитопатогены.

В фазе окончания кущения были отобраны растительные образцы по вариантам опыта для проведения фитопатологических анализов и обнаружения спор фитопатогенных возбудителей. В результате посева на питательные среды и проращивания во влажной камере, после проведения микроскопирования с варианта, на котором применялись препараты

Оплот Трио – 0,6 л/т и Табу Нео – 1,25 л/т, выявлено распространение болезни фузариозного (трахеомикозного) увядания на листьях и корнях ячменя, вызванного спорношением фитопатогенных грибов *Fusarium* spp., распространение которых в 2017 г. составило 14% и в 2018 г. – 11%. В результате анализа методом вскрытия стеблей насекомых-вредителей (злаковые мухи) не обнаружено.

В результате посева на питательные среды и проращивания во влажной камере, после проведения микроскопирования с варианта, на котором применялся препарат Селест Макс – 2,0 л/т, выявлено распространение болезни фузариозного (трахеомикозного) увядания на листьях и корнях ячменя, вызванного спорношением фитопатогенных грибов *Fusarium* spp.; распространение болезни в 2017 г. составило 16% и в 2018 г. – 14%. В результате анализа методом вскрытия стеблей насекомых-вредителей (злаковые мухи) не обнаружено.

В результате посева на питательные среды и проращивания во влажной камере, после проведения микроскопирования с варианта, на котором применялись препараты Максим Экстрим – 2,0 л/т и Имидор

Про – 1,25 л/т, выявлено распространение болезни фузариозного (трахеомикозного) увядания на листьях и корнях ячменя, вызванного спорношением фитопатогенных грибов *Fusarium* spp., которое в 2017 г. составило 20%, в 2018 г. – 18%. В результате анализа методом вскрытия стеблей насекомых-вредителей (злаковые мухи) не обнаружено.

В результате посева на питательные среды и проращивания во влажной камере, после проведения микроскопирования с варианта, на котором не применялись препараты для обработки семян, выявлено распространение болезни фузариозного (трахеомикозного) увядания ячменя, вызванного спорношением фитопатогенных грибов *Fusarium* spp.; в 2017 г. оно составило 36% и в 2018 г. – 34%.

В сложившихся погодных условиях вегетационного периода 2017 г. посевы ярового ячменя были засорены 8 видами однолетних двудольных и 2 видами многолетних корнеотпрысковых сорняков при общей численности сорных растений 80 шт/м². В 2018 г. в условиях сухой и жаркой погоды общее количество сорной растительности составило 72 шт/м², из них многолетних корнеотпрысковых сорняков – 16 шт/м².

1. Влияние гербицидов на засоренность посевов ярового ячменя в условиях Рязанской области (2017–2018)

1. The impact of herbicides on spring barley weediness in the Ryazan region (2017–2018)

Варианты опыта	Снижение засоренности, % к контролю					
	2017 г.			2018 г.		
	всех	в том числе		всех	в том числе	
	сорняков	однолетних двудольных	многолетних корнеотпрысковых	сорняков	Однолетних двудольных	многолетних корнеотпрысковых
Контроль без гербицидов	<u>72</u> 1210	<u>56</u> 260	<u>16</u> 950	<u>73</u> 1403	<u>58</u> 295	<u>15</u> 1108
Бомба – 0,03 кг/га + Адыо – 0,2 л/га	<u>92</u> 95	<u>93</u> 96	<u>90</u> 94	<u>92</u> 96	<u>94</u> 96	<u>88</u> 96
Линтур – 0,18 кг/га	<u>94</u> 96	<u>95</u> 97	<u>91</u> 95	<u>95</u> 97	<u>96</u> 98	<u>90</u> 97
Фенизан – 0,18 л/га	<u>91</u> 94	<u>94</u> 96	<u>91</u> 95	<u>94</u> 96	<u>95</u> 97	<u>90</u> 96

На контроле: в числителе – количество сорняков, шт/м²; в знаменателе – масса, г/м².

Опрыскивание однолетних двудольных сорняков в фазе 2–4 листьев и многолетних корнеотпрысковых в фазе розетки гербицидом Бомба, ВДГ в дозе 0,03 кг/га + ПАВ Адыо – 0,2 л/га способствовало снижению количества однолетних двудольных сорняков на 93%, а их биомассы – на 96% в 2017 г.; в 2018 г. под действием препарата численность этих сорняков снизилась на 94%, а их биомасса – на 96%. За годы исследований под влиянием препарата численность бодяков и осотов снизилась на 90 и 88%, при этом биомасса этих сорняков снизилась на 94 и 96% (табл. 1).

Применение гербицида Линтур, ВДГ – 0,18 кг/га в 2017 г. снизило количество однолетних двудольных сорняков на 95%, а их биомассу – на 97%, многолетние корнеотпрысковые по количеству снижались на 91% и по биомассе – на 95%. В 2018 г. этот гербицид при внесении в фазу кущения культуры способствовал снижению количества однолетних двудольных сорняков на 96%, а их биомассы – на 98%, многолетние корнеотпрысковые сорняки угнетались по количеству на 90% и по биомассе – на 97%.

Внесение препарата Фенизан, ВР с нормой внесения 0,18 л/га в 2017 г. способствовало снижению однолетних двудольных сорняков по количеству на 94% и по биомассе – на 96%. Многолетние корнеотпрысковые сорняки по количеству снижались на 91%, а по биомассе – на 95%. В 2018 г. при применении этого гербицида количество однолетних двудольных сорняков снизилось на 95%, их биомасса – на 97%, численность многолетних корнеотпрысковых сорняков под действием препарата снизилась на 90%, а их биомасса – на 96%.

Проведенный в 2017 и 2018 гг. учет распространения и развития возбудителей болезней перед обработкой посевов ярового ячменя фунгицидами показал, что растения культуры были поражены возбудителями темно-бурой и сетчатой пятнистостей.

Опрыскивание посевов культуры в фазу колошения фунгицидом Колосаль Про, КМЭ – 0,4 л/га способствовало снижению развития темно-бурой пятнистости, при этом биологическая эффективность препарата в 2017 г. составила 91%, в 2018 г. –

90%. Под влиянием этой дозы фунгицида развитие сетчатой пятнистости снизилось, эффективность препарата по действию на этот возбудитель составила в 2017 г. 84%, в 2018 г. – 81%. Под действием дозы Амистар Трио, КЭ – 1,0 л/га снизилось развитие темно-бурой пятнистости. Эффективность препарата по действию на пятнистость в 2017 г. составила 92%, в 2018 г. – 91%. Выявлена высокая

эффективность препарата по действию на сетчатую пятнистость: в 2017 г. – 85%, в 2018 г. – 82%. Обработка растений ярового ячменя фунгицидом Титул Дуо, КЭ – 0,32 л/га способствовала снижению развития темно-бурой и сетчатой пятнистостей. Эффективность фунгицида по действию на эти пятнистости в 2017 г. составила 90 и 83% и в 2018 г. – 89 и 80% (табл. 2).

2. Влияние применения фунгицидов на развитие возбудителей болезней в посевах ярового ячменя 2. The impact of fungicides on the development of pathogens in spring barley sowings

Варианты опыта	2017 г.				2018 г.			
	темно-бурая пятнистость, %		сетчатая пятнистость, %		темно-бурая пятнистость, %		сетчатая пятнистость, %	
	развитие	биологическая эффективность	развитие	биологическая эффективность	развитие	биологическая эффективность	развитие	биологическая эффективность
Контроль – без фунгицидов	14,0	–	10,5	–	12,2	–	8,5	–
Колосаль Про – 0,4 л/га	1,3	91,0	1,6	84,0	1,2	90,0	1,6	81,0
Амистар Трио – 1,0 л/га	1,1	92,0	1,5	85,0	1,1	91,0	1,5	82,0
Титул Дуо – 0,32 л/га	1,4	90,0	1,7	83,0	1,3	89,0	1,7	80,0

Проведенные учеты заселения и распространения в посевах ярового ячменя пьявицы, тлей не выявили в сложившихся погодных условиях вегетационного периода 2017 г. заметных повреждений растений культуры этими вредителями на всех вариантах опыта.

В сложившихся условиях вегетационного периода 2017 г. развитие и формирование урожайности ячменя проходили в благоприятных погодных условиях. Основное влияние на рост урожайности зерна культуры оказали элементы структуры урожая – масса 1000 зерен и количество зерен в колосе (табл. 3).

3. Влияние систем защиты на урожайность ярового ячменя в 2017 г. 3. The impact of protection systems on spring barley productivity in 2017

Варианты опыта	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га
Контроль – без обработок	545	21,2	48,8	3,16	–
Система № 1	562	22,6	51,6	4,58	1,42
Система № 2	564	22,3	51,8	4,62	1,46
Система № 3	566	22,4	51,4	4,60	1,44

Примечание: НСР₀₅ – 0,26.

В результате проведенного учета урожайности зерна ярового ячменя выявлено, что под влиянием систем защиты № 1, № 2 и № 3 получена дополнительная урожайность зерна 1,42; 1,46; 1,44 т/га соответственно.

В сухих и жарких условиях вегетационного периода 2018 г. не отмечено резкого снижения продуктивности ярового ячменя сорта Яромир.

4. Влияние систем защиты на урожайность ярового ячменя в 2018 г. 4. The impact of protection systems on spring barley productivity in 2018

Варианты опыта	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га
Контроль – без обработок	530	20,6	50,5	3,05	–
Система № 1	548	21,8	54,3	4,34	1,29
Система № 2	558	21,3	54,5	4,38	1,33
Система № 3	562	21,6	53,7	4,31	1,26

Примечание: НСР₀₅ – 0,29.

Проведенные учеты урожайности зерна ярового ячменя показали (табл. 4), что под влиянием систем защиты № 1, № 2 и № 3 получен дополнительный урожай зерна 1,29; 1,33; 1,26 т/га соответственно.

По полученным результатам исследований был проведен анализ экономической эффективности изучаемых систем защиты ярового ячменя. В 2017 г. расчет был произведен при цене 1 тонны ярового ячменя 5 тыс. руб. От применения системы защиты № 1 получен условно чистый доход 1700 руб/га; от № 2 – 1000 руб/га; № 3 – 3650 руб/га при следующих затратах на защитные мероприятия: система № 1 – 5560 руб/га; № 2 – 6490 руб/га; № 3 – 3704 руб/га. В 2018 г. при расчете экономической эффективности цена зерна культуры составила 9 тыс. руб. за 1 тон-

ну. Использование системы защиты № 1 позволило получить условно чистый доход 6050 руб/га; № 2 – 5780 руб/га; № 3 – 7636 руб/га при стоимости затрат на защитные мероприятия системы № 1 – 5705 руб/га; № 2 – 6630 руб/га, № 3 – 3910 руб/га.

Выводы. Таким образом, проведенные в условиях Рязанской области испытания систем защиты показали их высокую биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность в технологии возделывания ярового ячменя сорта Яромир. Величина полученного условно чистого дохода зависела от полученного дополнительного урожая зерна, сложившихся затрат на защитные мероприятия и стоимости 1 тонны зерна ярового ячменя.

Библиографические ссылки

1. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Влияние гербицидов на засоренность посевов и урожайность ярового ячменя в условиях Рязанской области // Современные проблемы агрохимии в условиях поиска устойчивого функционирования агропромышленного комплекса при техногенных ситуациях: мат. 50-й Междунар. науч. конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 75-летию организации Географической сети опытов с удобрениями (26 апреля 2016 г.). М.: Изд-во ВНИИА, 2016. С. 39–43.
2. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Влияние гербицидов на фитосанитарное состояние посевов и урожайность ярового ячменя в условиях Рязанской области // Аграрная наука. 2018. № 3. С. 57–61.
3. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Влияние инновационных гербицидов и их препаративных форм на засоренность посевов и урожайность ярового ячменя в условиях Рязанской области // Ресурсосберегающий сорт как эффективный фактор ведения устойчивого земледелия области: сб. науч. статей. Рязань, 2018. С. 48–55.
4. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Защита посевов ярового ячменя от болезней в условиях Рязанской области // Фундаментальные и прикладные аспекты фитосанитарной оптимизации зернопроизводства России в XXI столетии: Междунар. науч.-практ. конференция (Большие Вяземы, 5–9 декабря 2016 г.). Большие Вяземы, 2016. С. 95–98.
5. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Системы химической защиты зерновых культур, сахарной свеклы, картофеля, сои и кукурузы от вредных организмов // Организация проектирования агротехнологий и систем земледелия: сб. докладов Всерос. науч.-практ. конференции (Рязанский НИПТИ АПК, 23–25 июля 2007 г.). Рязань, 2008. С. 108–115.
6. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Эффективность применения фунгицидов в технологии защиты ярового ячменя от пятнистостей в условиях Рязанской области // Ресурсосберегающий сорт как эффективный фактор ведения устойчивого земледелия области. Рязань, 2018. С. 55–59.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и дополн. М.: Альянс, 2014. 351 с.
8. Кузьмин Н. А., Антошина О. А., Черкасов О. В. Полевые культуры Рязанской области: биология, сортовой потенциал, сортовая агротехника, семеноводство. Рязань, 2014. 124 с.
9. Санин С. С., Соколова Е. А., Веневцев В. З., Захарова М. Н. Болезни зерновых культур в Рязанской области: диагностика, вредоносность и системы защиты // Научно-обоснованные рекомендации. Рязань, 2000. 75 с.
10. Спиридонов Ю. Я., Веневцев В. З., Флягин А. И. ДФЗ супер – новый гербицид для борьбы с двудольными сорняками // Защита и карантин растений. 2011. № 5. С. 32–34.
11. Шпаар Д. Зерновые культуры. Выращивание, уборка, доработка и использование. М., 2008. Т. 1. 336 с.

References

1. Venevcev V. Z., Zaharova M. N., Rozhkova L. V. Vliyaniye gerbicidev na zasorennost' posevov i urozhajnost' yarovogo yachmenya v usloviyah Ryazanskoj oblasti [The impact of herbicides on spring barley weediness and productivity of in the conditions of the Ryazan region] // Sovremennye problemy agrohimii v usloviyah poiska ustojchivogo funkcionirovaniya agropromyshlennogo kompleksa pri tekhnogennyh situatsiyah: mat. 50-j Mezhdunar. nauch. konferencii molodykh uchennyh, specialistov-agrohimikov i ekologov, posvyashchennoj 75-letiyu organizatsii Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami (26 aprelya 2016 g.). M.: Izd-vo VNIIA, 2016. S. 39–43.
2. Venevcev V. Z., Zaharova M. N., Rozhkova L. V. Vliyaniye gerbicidev na fitosanitarnoe sostoyaniye posevov i urozhajnost' yarovogo yachmenya v usloviyah Ryazanskoj oblasti [The impact of herbicides on the phytosanitary condition of crops and the productivity of spring barley in the conditions of the Ryazan region] // Agrarnaya nauka. 2018. № 3. S. 57–61.
3. Venevcev V. Z., Zaharova M. N., Rozhkova L. V. Vliyaniye innovatsionnykh gerbicidev i ih preparativnykh form na zasorennost' posevov i urozhajnost' yarovogo yachmenya v usloviyah Ryazanskoj oblasti [The impact of innovative herbicides and their preparative forms on the weediness of crops and the productivity of spring barley in the conditions of the Ryazan region] // Resursosberegayushchij sort kak effektivnyj faktor vedeniya ustojchivogo zemledeliya oblasti: sb. nauch. statej. Ryzan', 2018. S. 48–55.
4. Venevcev V. Z., Zaharova M. N., Rozhkova L. V. Zashchita posevov yarovogo yachmenya ot bolezney v usloviyah Ryazanskoj oblasti [Protection of spring barley from diseases in the conditions of the Ryazan region] // Fundamental'nye i prikladnye aspekty fiosanitarnoj optimizatsii zernoproizvodstva Rossii v XXI stoletii: Mezhdunar. nauch.-prakt. konferenciya (Bol'shie Vyazemy, 5–9 dekabrya 2016 g.). Bol'shie Vyazemy, 2016. S. 95–98.
5. Venevcev V. Z., Zaharova M. N., Rozhkova L. V. Sistemy himicheskoy zashchity zernovykh kul'tur, saharnoj svekly, kartofelya, soi i kukuruzy ot vrednykh organizmov [Chemical protection systems for crops, sugar beets, potatoes,

soybeans and corn from pests] // Organizatsiya proektirovaniya agrotekhnologij i sistem zemledeliya: sb. dokladov Vseros. nauch.-prakt. konferencii (Ryazanskij NIPTI APK, 23–25 iyulya 2007 g.). Ryazan', 2008. S. 108–115.

6. Venevcev V. Z., Zaharova M. N., Rozhkova L. V. Effektivnost' primeneniya fungicidov v tekhnologii zashchity yarovogo yachmenya ot pyatnistostej v usloviyah Ryazanskoj oblasti [The effectiveness of the fungicides in the protection technology of spring barley from leaf spot in the conditions of the Ryazan region] // Resursosberegayushchij sort kak effektivnyj faktor vedeniya ustojchivogo zemledeliya oblasti. Ryazan', 2018. S. 55–59.

7. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., pererab. i dopoln. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

8. Kuz'min N. A., Antoshina O. A., Cherkasov O. V. Polevye kul'tury Ryazanskoj oblasti: biologiya, sortovoj potencial, sortovaya agrotekhnika, semenovodstvo [Field crops of the Ryazan region: biology, varietal potential, varietal agricultural technology, seed production]. Ryazan', 2014. 124 s.

9. Sanin S. S., Sokolova E. A., Venevcev V. Z., Zaharova M. N. Bolezni zernovykh kul'tur v Ryazanskoj oblasti: diagnostika, vredonosnost' i sistemy zashchity [Diseases of grain crops in the Ryazan region: diagnosis, harmfulness and protection systems] // Nauchno-obosnovannye rekomendacii. Ryazan', 2000. 75 s.

10. Spiridonov Yu. Ya., Venevcev V. Z., Flyagin A. I. DFZ super – novyj gerbicid dlya bor'by s dvudol'nymi sornyakami ["DFZ Super" is a new herbicide for dicotyledonous weed control] // Zashchita i karantin rastenij. 2011. № 5. S. 32–34.

11. Shpaar D. Zernovye kul'tury. Vyrashchivanie, uborka, dorabotka i ispol'zovanie [Grain Crops. Growing, harvesting, finishing and use]. M., 2008. T. 1. 336 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА НАЛИЧИЕ ГЕНА УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ *LR17A*

А. Ю. Мышастая, техник-исследователь лаборатории маркерной селекции, ORCID ID: 0000-0002-1432-7616;

Н. Н. Вожжова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией маркерной селекции, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, зав. центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@.ru

Рассмотрены вопросы идентификации гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a* в селекционных и коллекционных образцах озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Установлено, что из 717 изученных генотипов функциональный аллель гена зафиксирован у 49 линий. Нефункциональный аллель выявлен у 30 линий. Определено 206 образцов с нетипичными аллелями гена *Lr17a*. В работе использовали: СТАВ-метод (выделение ДНК); метод ПЦР (определение генов устойчивости к основным болезням озимой пшеницы); метод электрофореза на агарозных гелях. Целью исследования являлся скрининг коллекционного и селекционного материала озимой мягкой пшеницы на наличие гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a*. В результате проведенных исследований выявленные образцы с функциональным аллелем гена *Lr17a* предлагается использовать в селекционных программах для пирамидирования с другими генами.

Ключевые слова: скрининг, озимая мягкая пшеница, ген, устойчивость, бурая ржавчина, *Lr17a*.



SCREENING OF WINTER SOFT WHEAT SAMPLES ON PRESENCE OF BROWN RUST RESISTANCE GENE *LR17A*

A. Yu. Myshastaya, technician-researcher of the laboratory of marker breeding, ORCID ID: 0000-0002-1432-7616;

N. N. Vozzhova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, head of the laboratory of marker breeding, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper considers the identification of the *Lr17a* brown rust resistance gene in the selection and collection samples of winter soft wheat developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". It has been determined that 49 lines out of the 717 studied genotypes possess a functional gene allele. A non-functional allele has been identified in 30 lines. 206 samples were identified with atypical alleles of the *Lr17a* gene. During the study there were used a CTAB method (a DNA isolation), PCR method (identification of resistance genes to the main winter wheat diseases) and an electrophoresis method on agarose gel. The purpose of the study was to screen collection and breeding material of winter soft wheat on presence of brown rust resistance gene *Lr17a*. As a result of the study, the identified samples with a functional allele of the *Lr17a* gene have been proposed to be used in breeding programs for pyramiding with other genes.

Keywords: screening, winter soft wheat, gene, resistance, brown rust, *Lr17a*.

Введение. Бурая ржавчина является одним из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний озимой мягкой пшеницы. Она может наносить серьезный экономический ущерб и заметно ухудшать качество зерна (Сюков и др., 2018).

Для предотвращения эпифитотий необходимо при создании сортов пшеницы иметь разнообразный селекционный материал, несущий как отдельные гены устойчивости, так и их пирамиды. Одним из наиболее эффективных методов получения такого материала является скрещивание перспективных, приспособленных к местным условиям среды образцов с растениями-донорами генов устойчивости к бурой ржавчине.

Дальнейшее использование полученных генетически устойчивых сортов позволит минимизировать проявление бурой ржавчины в посевах озимой мягкой пшеницы и снизить пестицидную нагрузку.

Согласно данным R. A. McIntosh et al. (2017), в настоящее время известно около 100 Lr-генов. Большинство из этих генов недолго являются эффективными

из-за появления вирулентных рас *Puccinia triticina*, преодолевающих их устойчивость.

В различных источниках научной литературы имеется информация о генах устойчивости пшеницы к возбудителю бурой ржавчины, выявленных как при помощи иммунологических лабораторных методов, так и с помощью молекулярных маркеров (Сапахова и др., 2014; Гуляева и Садовая, 2014; Вожжова, 2018).

По данным исследований, проведенных в Западной Сибири, линии яровой мягкой пшеницы, содержащие ген *Lr17a*, остаются практически свободными от инфекции (Skolotneva et al., 2018).

Повышенная устойчивость к бурой ржавчине при высоких температурах может обеспечиваться этим геном (Dyck et al., 1968). Считается, что многие из известных Lr-генов проявляют свою эффективность только в комплексе с другими генами (Кохметова и др., 2014). Для эффективного пирамидирования генов устойчивости к бурой ржавчине необходимы знания об их источниках.

Целью исследования являлся скрининг коллекционного и селекционного материала озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» на наличие гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a*.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования послужили 717 коллекционных и селекционных образцов озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве контроля использовали почти изогенную линию сорта Thatcher, несущую ген устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a*. Выделение ДНК пшеницы проводили СТАВ-буфером методом M. G. Murray (1980) с некоторыми модификациями.

Для идентификации гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a* использовали молекулярный SSR-маркер Xgwm 614 (праймер F – 5' – gat cac atg cat gcg tca tg – 3'; праймер R – 5' – ttt tac cgt tcc gcc ctt – 3').

Для проведения ПЦР использовали реакционную смесь объемом 25 мкл следующего состава: геномная ДНК – 2 мкл; 10хPCR буфер – 2,5 мкл; MgCl₂ (25mM) – 1 мкл; смесь dNTPs (10mM) – 2,5 мкл; по 1,25 мкл каждого праймера (1 μmol); Taq-полимераза (5 U) – 0,25 мкл; деионизированная вода – 14,25 мкл.

Амплификацию проводили прибором Bio-Rad T-100 по следующим условиям: начальная денатурация – 94 °C – 3 мин, 45 циклов (94 °C – 1 мин, 60 °C – 1 мин, 72 °C – 2 мин); элонгация – 72 °C – 10 мин (BremenKamp-Barrett et al., 2008).

Визуализацию продуктов амплификации выполняли на 2% агарозном геле методом горизонтального электрофореза в TBE-буфере (Анисимова и др., 2010).

Агарозный гель после прохождения электрофореза окрашивали бромистым этидием, затем продукты ПЦР визуализировали с помощью прибора Bio-Rad GelDoc XR+ с программным обеспечением BioRad ImageLab 5.1.

Размер ампликонов на агарозном геле определяли маркером молекулярного веса Thermo Scientific GeneRuler 50+ bp (50-1000 bp).

Результаты и их обсуждение. По литературным данным, о наличии функционального аллеля гена *Lr17a* свидетельствует молекулярный размер ампликона 144 пары нуклеотидов, а о наличии нефункционального аллеля – размер ампликона 173/175 пар нуклеотидов (BremenKamp-Barrett, 2008).

Анализ 717 коллекционных и селекционных образцов озимой мягкой пшеницы выявил наличие функционального (6,83%) и нефункционального (4,18%) аллелей гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a*.

На представленном фрагменте одного из рабочих гелей (рис. 1) идентифицировано наличие гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr17a* у образцов 3, 5, 7, 9 (коллекционные образцы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской»), 11, 12, 13, 14, 15 и 16 (коллекционные образцы из других учреждений).

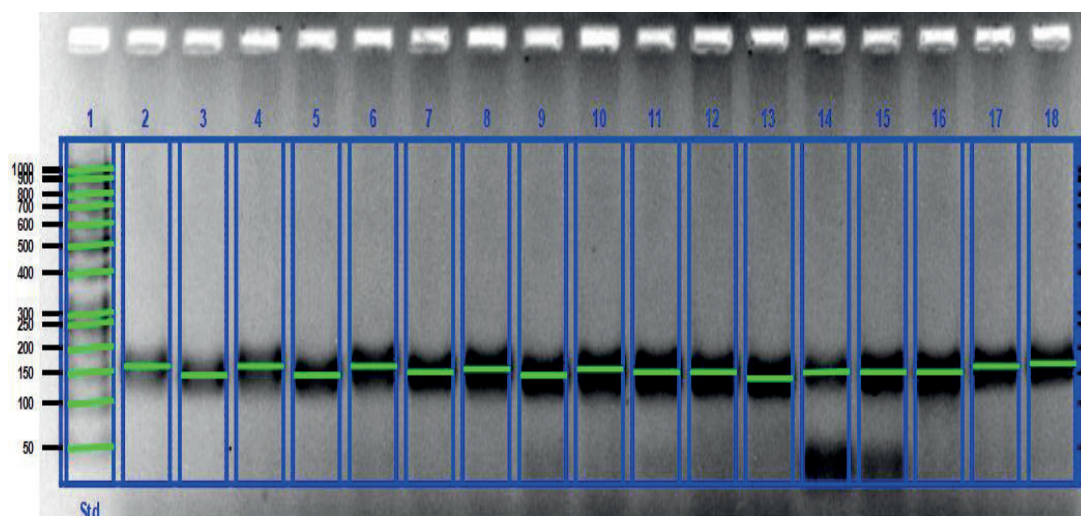


Рис. 1. Электрофореграмма скрининга коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы по гену *Lr17a* на агарозном геле. Продукты амплификации с маркером Xgwm 614: 1 – маркер молекулярного веса Thermo Scientific GeneRuler 50+ bp (50-1000 bp); 2 – 2008/02; 3 – 1048/04; 4 – 1744/04; 5 – 401/05; 6 – 631/05; 7 – 1026/06; 8 – 1621/03; 9 – 1217/12; 10 – 567/13; 11 – Ljiana; 12 – Актер; 13 – PYN/BAV; 14 – Muck; 15 – Flame; 16 – Светлая; 17 – Панноникус; 18 – Сталинградка 60

Fig. 1. Electrophoregram of screening of winter soft wheat collection samples on the gene *Lr17a* on agarose gel. Amplification products with marker Xgwm 614: 1 – molecular weight marker “Thermo Scientific GeneRuler 50+ bp (50-1000 bp)”; 2 – “2008/02”; 3 – “1048/04”; 4 – “1744/04”; 5 – “401/05”; 6 – “631/05”; 7 – “1026/06”; 8 – “1621/03”; 9 – “1217/12”; 10 – “567/13”; 11 – “Ljiana”; 12 – “Akter”; 13 – “PYN/BAV”; 14 – “Muck”; 15 – “Flame”; 16 – “Svetlaja”; 17 – “Pannonikus”; 18 – “Stalingradka 60”

Следует отметить, что у части образцов были зафиксированы нетипичные аллели: образцы 8 и 10 имеют ампликон размером 155 пар нуклеотидов, образцы 1, 4, 6 и 17 – размером 161 п. н., а образец 18 – размером 167 п. н. Их необходимо дополнительно изучить для выявления значимости и возможной области применения.

Всего в результате скрининга изученных генотипов озимой мягкой пшеницы было идентифицировано: 206 образцов с нетипичными аллелями *Lr17a* (28,73%), 30 образцов с нефункциональным аллелем (4,18%) и 49 (6,83%) образцов озимой мягкой

пшеницы, несущих аллель гена *Lr17a* размером 144 п. н., таких как 1048/04, 401/05, 1026/06, 1217/12, Ljiana и др.

Выводы

1. Идентифицировано 49 образцов озимой мягкой пшеницы с геном *Lr17a*, таких как 1048/04, 401/05, 1026/06, 1217/12, Ljiana и др.

2. Выявленные образцы озимой мягкой пшеницы с функциональным аллелем гена *Lr17a* рекомендуются использовать в качестве источников для пирамидирования с другими генами в селекционных программах на устойчивость к болезням.

Библиографические ссылки

1. Вожжова Н. Н. Идентификация гена устойчивости к бурой ржавчине *Lr34* в сортах и коллекционных образцах озимой мягкой пшеницы Аграрного научного центра «Донской» // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22, № 3. С. 329–332. DOI: 10.18699/VJ18.368.
2. Гултыяева Е. И., Садовая А. С. Селекция мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в России // Защита и карантин растений. 2014. № 10. С. 24–26.
3. Кохметова А. М., Сапахова З. Б., Маденова А. К., Есенбекова Г. Т. Идентификация носителей генов устойчивости к желтой *Yr5*, *Yr10*, *Yr15* и бурой ржавчине *Lr26*, *Lr34* на основе молекулярного скрининга образцов пшеницы // Биотехнология. Теория и Практика. 2014. № 1. С. 71–78. DOI: 11134/btp.1.2014.10.
4. Сапахова З. Б., Кохметова А. М., Моргунов А. И., Елешев Р. Е. Идентификация носителей генов устойчивости к бурой ржавчине на основе молекулярного скрининга образцов пшеницы // Издәністер, нәтижелер. Исследования, результаты. 2014. № 3. С. 184–194.
5. Сюков В. В., Менибаев А. И., Зуева А. А. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листовой бурой ржавчине в Самарском НИИСХ // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. № 2-3. С. 533–535.
6. BremenKamp-Barrett B., Faris J. D., Fellers J. P. Molecular mapping of the leaf rust resistance gene *Lr17a* in wheat // Crop Sci. 2008. Vol. 48. Pp. 1124–1128. DOI: 10.2135/cropsci2007.07.0379.
7. Dyck P. L., Samborski D. J. Host-parasite interactions involving two genes for leaf rust resistance in wheat // Proc. 3rd Int. Wheat Genetics Symp. Canberra, 1968. Pp. 245–250.
8. McIntosh A., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement [Electronic resource]. Available at: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp>.
9. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // Nucleic Acids Res. 1980. Vol. 8. Pp. 4321–4325. DOI: 10.1093/nar/8.19.4321.
10. Skolotneva E. S., Leonova I. N., Bukatich E. Y., Boiko N. I., Piskarev V. V., Salina E. A. Effectiveness of leaf rust resistance genes against *Puccinia triticina* populations in Western Siberia during 2008–2017 // J Plant Dis Prot. 2018. Vol. 125. Pp. 549–555. DOI: 10.1007/s41348-018-0191-3.

References

1. Vozhzhova N. N. Identifikaciya gena ustojchivosti k buroj rzhavchine *Lr34* v sortah i kollekcionnyh obrazcah ozimoy myagkoj pshenicy Agrarnogo nauchnogo centra «Donskoj» [Identification of the *Lr34* brown rust resistance gene in winter soft wheat varieties and collection samples developed by the «Agricultural Research Center «Donskoy»] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. T. 22, № 3. S. 329–332. DOI: 10.18699/VJ18.368.
2. Gul'tyaeva E. I., Sadovaya A. S. Selekcija myagkoj pshenicy na ustojchivost' k buroj rzhavchine v Rossii [Soft wheat breeding for brown rust resistance in Russia] // Zashchita i karantin rastenij. 2014. № 10. S. 24–26.
3. Kohmetova A. M., Sapahova Z. B., Madenova A. K., Esenbekova G. T. Identifikaciya nositelej genov ustojchivosti k zheltaj *Yr5*, *Yr10*, *Yr15* i buroj rzhavchine *Lr26*, *Lr34* na osnove molekulyarnogo skringinga obrazcov pshenicy [Identification of resistance genes carriers for yellow *Yr5*, *Yr10*, *Yr15* and brown rust *Lr26*, *Lr34* based on molecular screening of wheat samples] // Biotehnologiya. Teoriya i Praktika. 2014. № 1. S. 71–78. DOI: 11134/btp.1.2014.10.
4. Sapahova Z. B., Kohmetova A. M., Morgunov A. I., Eleshev R. E. Identifikaciya nositelej genov ustojchivosti k buroj rzhavchine na osnove molekulyarnogo skringinga obrazcov pshenicy [Identification of brown rust resistance genes carriers based on molecular screening of wheat samples] // Izdenister, netizheler. Issledovaniya, rezul'taty. 2014. № 3. S. 184–194.
5. Syukov V. V., Menibaev A. I., Zueva A. A. Selekcija yarovoj myagkoj pshenicy na ustojchivost' k listovoj buroj rzhavchine v Samarskom NIISKH [Spring soft wheat breeding on leaf brown rust resistance in the Samara Research Institute of Agriculture] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2018. № 2-3. S. 533–535.
6. BremenKamp-Barrett B., Faris J. D., Fellers J. P. (2008) Molecular mapping of the leaf rust resistance gene *Lr17a* in wheat // Crop Sci. Vol. 48. Pp. 1124–1128. DOI: 10.2135/cropsci2007.07.0379.
7. Dyck P. L., Samborski D. J. Host-parasite interactions involving two genes for leaf rust resistance in wheat // Proc. 3rd Int. Wheat Genetics Symp. Canberra. 1968. Pp. 245–250.
8. McIntosh A., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement [Electronic resource] // Available at: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp>.
9. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // Nucleic Acids Res. 1980. Vol. 8. Pp. 4321–4325. DOI: 10.1093/nar/8.19.4321.
10. Skolotneva E. S., Leonova I. N., Bukatich E. Y., Boiko N. I., Piskarev V. V., Salina E. A. Effectiveness of leaf rust resistance genes against *Puccinia triticina* populations in Western Siberia during 2008–2017 // J Plant Dis Prot. 2018. Vol. 125. Pp. 549–555. DOI: 10.1007/s41348-018-0191-3.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 632.4.01/.08:633.11

DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-71-76

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ НА ЧАСТОТУ ВСТРЕЧАЕМОСТИ ВИДОВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СЕПТОРИОЗА

Ю. В. Зеленева^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений, доцент кафедры медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, ORCID ID: 0000-0001-9716-288X;

О. С. Афанасенко³, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, зав. лабораторией иммунитета растений к болезням, ORCID ID: 0000-0003-3087-8597;

В. П. Судникова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений, ORCID ID: 0000-0001-5367-1340

¹Среднерусский филиал Федерального научного центра им. И. В. Мичурина, 392553, Тамбовская обл., Тамбовский р-н., п. Новая Жизнь, ул. Молодежная; e-mail: tmbsnifs@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», 392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33; e-mail: zelenewa@mail.ru;

³ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», 196608, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, 3; e-mail: info@vizr.spb.ru

Одной из серьезных задач сельскохозяйственного производства является возможность прогнозирования изменения патогенного комплекса сельскохозяйственных культур. Важно не только установить наличие тех или иных вредных организмов, но и оценить степень развития патогенов, роль сортов-хозяев, их иммунологический потенциал. Вид *S. tritici* занимает лидирующее положение среди патогенного комплекса септориозных пятнистостей. Чаще всего вид *S. tritici* был отмечен на озимых сортах Московская 39 и Северодонецкая Юбилейная с частотой встречаемости 90%. Подобная ситуация складывалась на сортах яровой пшеницы. Вид *S. nodorum* занимал второе место по распространению в патогенном комплексе септориозных пятнистостей, вид *S. avenae* значительно уступал первым двум. Для каждого сорта, находящегося в испытании, была рассчитана степень поражения отдельным видом септориоза на основании частоты встречаемости каждого вида возбудителя (видовой состав) и пораженности растений септориозом. Среди сортов яровой мягкой пшеницы можно выделить Л 503, Фаворит, Тулайковская 10. Степень поражения септориозом этих сортов составила 27,9; 23,6 и 29,3% соответственно. Поскольку встречаемость вида *S. tritici* на этих сортах была выше по сравнению с другими (84,78 и 83% соответственно), то эти сорта по отношению к патогену можно классифицировать как слабовосприимчивые. Сорта яровой твердой пшеницы обладают большей устойчивостью к септориозу. Особенно можно выделить сорт Оренбургская 10. Его степень поражения составила 17,1%. Наибольшее поражение у сорта Краснотка 10 – 37,9%. С использованием F-критерия Фишера и метода попарного сравнения с поправкой Бонферрони показано достоверное влияние агроклиматических условий года, жизненной формы и вида на формирование видового состава септориозной пятнистости пшеницы. При этом сохраняется соотношение видов *S. tritici*, *S. nodorum*, *S. avena* за все годы проведенных исследований.

Ключевые слова: восприимчивость, патоген, пшеница, селекция, сорта, устойчивость.



THE IMPACT OF THE CULTIVATED WHEAT VARIETIES ON FREQUENCY OF SEPTORIOSIS PATHOGEN OCCURRENCE

Yu. V. Zeleneva^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of plant immunity, associate professor of the department of medical biology with a course for infectious diseases, ORCID ID: 0000-0001-9716-288X;

O. S. Afanasenko³, Doctor of Biological Sciences, professor, RAS academician, head of the laboratory of plant immunity, ORCID ID: 0000-0003-3087-8597;

V. P. Studnikova¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of plant immunity, ORCID ID: 0000-0001-5367-1340

¹Middle-Russian Federal Scientific Center named after I. V. Michurin, 392553, Tambov region, Tambov district, v. of Novaya Zhizn, Molodezhnaya Str., e-mail: tmbsnifs@mail.ru;

²Tambov State University named after G. R. Derzhavin, 392000, Tambov, Internatsionalnaya Str., 33; e-mail: zelenewa@mail.ru;

³All-Russian Research Institute of Plant Protection, 196608, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbelsky Hw.; e-mail: info@vizr.spb.ru

One of the important tasks of agricultural production is an opportunity to predict changes in the pathogenic complex of grain crops. It is important not only to identify presence of certain pests, but also to estimate a degree of pathogen development, a role of the host varieties, their immunological potential. The species *S. tritici* occupies a leading position among the pathogenic complex of septoriosus spots. Most commonly the species *S. tritici* was identified on the winter varieties "Moskovskaya 39" and "Severodonetskaya Yubileynaya" with a frequency of occurrence of 90%. The same situation was identified among spring wheat varieties. The species *S. nodorum* occupies the second position in the distribution of septoriosus spots in the pathogenic complex. The species *S. avenae* was significantly inferior to the first two. For each variety being tested, the degree of damage made by a separate type of septoria was calculated according to the frequency of occurrence of each type of pathogen (a species composition) and the plant incidence of septoria. Among the spring soft wheat varieties, there can be identified "L 503", "Favorit", "Tulaykovskaya 10". The septoria incidence degree of these varieties was 27.9%, 23.6%, and 29.3% respectively. Since the *S. tritici* occurrence in these varieties was more often compared to others (84%, 78%, and 83%, respectively), these varieties can be classified as poorly susceptible to the pathogen. The spring durum wheat varieties are more resistant to Septoriosis. The variety "Orenburgskaya 10" is found the best in this trait with only 17.1% incidence degree. The variety "Krasnokutka

10" showed the largest incidence degree (37.9%). Using the F-test (*Fisher test*) and the multiple comparisons (*Bonferroni-Holm method*), there has been shown a significant effect of the agroclimatic year conditions, a life form and the species on the formation of the species composition of *Septoria* spots. At the same time, the ratio of the species *S. tritici*, *S. nodorum*, *S. avena* throughout all years of study remains stable.

Keywords: *susceptibility, pathogen, wheat, breeding, varieties, resistance.*

Введение. На период 2018 г. допущены к использованию в Центрально-Черноземном регионе (ЦЧР) 61 сорт озимой мягкой пшеницы, 22 сорта яровой мягкой пшеницы и 5 сортов яровой твердой пшеницы.

Наибольшее распространение получили такие сорта озимой пшеницы, как Московская 39, Московская 56, Губернатор Дона, Северодонецкая Юбилейная, Немчиновская 17, Волжская К, Поволжская 86, Скипетр, Донская Лира, Бирюза, Синтетик.

По данным управления сельского хозяйства по Тамбовской области, в 2016 г. под зиму было высеяно 39,7 тыс. т семян сорта озимой мягкой пшеницы Московская 56. Данный сорт озимой пшеницы является самым распространенным на производственных полях ЦЧР.

Сорта озимой пшеницы Губернатор Дона и Московская 39 занимают второе место по распространению на полях ЦЧР. Так, на полях Тамбовской области в 2017 г. было высеяно 17,5 и 16,2 тыс. т семян этих сортов соответственно.

Сорта Скипетр и Мироновская 808 занимают третье место на производственных полях ЦЧР. На полях Тамбовской области в 2017 г. было высеяно 6,2 и 5,9 тыс. т семян этих сортов.

Среди сортов яровой мягкой пшеницы наибольшее распространение получили сорта Дарья, Тулайковская 10, Воронежская 12, Фаворит, Л 503, Гранни. Сорт яровой мягкой пшеницы Дарья является самым распространенным на полях ЦЧР.

На период 2018 г. допущенными к использованию на территории ЦЧР сортами яровой твердой пшеницы являются Безенчукская 182, Валентина, Донская Элегия, Краснокутка 10, Оренбургская 10.

Целью работы являлось изучение видового разнообразия возбудителей болезней на районированных в ЦЧР сортах пшеницы. Мониторинг патогенного комплекса возбудителей болезни позволяет проследить изменения, происходящие в популяции патогена, и изучить поражение районированных сортов пшеницы отдельными видами септориоза.

Материалы и методы исследований. В течение 2011–2017 гг. были проведены исследования с использованием модельных экспериментов. Инфекционный материал собирали на опытных полях НИИ и госсортушастков Тамбовской области, где не применялись обработки фунгицидами. На протяжении всех лет изучения на полях, где собирали инфекционный материал, отмечался хороший естественный инфекционный фон (Методика учета и прогноза развития вредителей и болезней полевых культур в Центрально-Черноземной полосе, 1976; Санин, 2002). Для получения объективной картины распространения болезни маршруты обследований располагали равномерно по площади поля. В ходе обследований проводили диагностику заболевания по внешним признакам проявления и отбирали образцы пораженных растений. С исследуемого поля собирали не менее 30 образцов (пораженных листьев, колосьев) с типичными признаками болезни. Собранный материал гербаризировали, складывали в пакеты, снабжали этикеткой с указанием места, даты сбора, фазы развития, сорта и сохраняли в холодильнике для последующего анализа в лабораторных условиях (Санин, 2002).

Микологические опыты проводили в специально оборудованных помещениях. Для определения видового состава собранные образцы растений микро-

пировали. Небольшой кусочек (5 × 5 мм) пораженной ткани с плодовыми телами помещали на предметное стекло в каплю воды, накрывали покровным стеклом и просматривали при малом увеличении микроскопа. Через некоторое время наблюдали выход пикноспор. По форме и размеру выделившихся спор определяли вид возбудителя (Пидопличко, 1978). Анализировали не менее 50 проб с каждого образца.

На основании полученных данных устанавливали частоту встречаемости отдельных видов септориоза (Пахолкова и др., 2008; Пахолкова и др., 2017) по следующей формуле:

$$N = A/B \times 100 (\%),$$

где N – частота вида, %; A – число случаев, в которых отмечен данный вид септориоза; B – общее число случаев, в которых встречался как данный вид, так и другие.

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерной программы Statistica.

Результаты и их обсуждение. Видовой состав возбудителей септориоза пшеницы был представлен грибами *Septoria tritici* Rob. et Desm., *Stagonospora avenae* f. sp. triticea Johns., *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castellani and E. G. Germano. Доминирующим был вид *Septoria tritici*.

Генетические особенности сортов пшеницы оказывают влияние на частоту видов септориоза. В таблицах 1–3 приведены средние показатели частоты видов септориоза за период 2011–2017 гг. изучения.

Вид *S. tritici* имел встречаемость 80% на сортах озимой мягкой пшеницы Синтетик, Бирюза, Скипетр; на сорте Московская 56 – 81%. Частота данного вида на сорте Донская Лира составила 73%; Волжская К – 84%; Мироновская 808 – 85%; Губернатор Дона – 88% и на сорте Поволжская 86 – 89%. Чаще всего вид *S. tritici* был отмечен на сортах Московская 39 и Северодонецкая Юбилейная. Его встречаемость на этих сортах составила 90%.

Вид *S. nodorum* занимал второе место по встречаемости в патогенном комплексе септориоза на сортах озимой мягкой пшеницы. Чаще он отмечался на сортах Московская 56 (15%), Синтетик и Скипетр (по 16%), Бирюза (18%), Донская Лира (22%). Частота вида *S. nodorum* на сортах Московская 39 и Поволжская 86 составила 8%; на сорте Северодонецкая Юбилейная – 9; Губернатор Дона – 10; на сортах Волжская К и Мироновская 808 – по 12%.

Вид *S. avenae* занимал третье место в патогенном комплексе септориозных пятнистостей. Частота данного вида на сортах озимой мягкой пшеницы была незначительной по сравнению с видами *S. tritici* и *S. nodorum* и составила 1% на сорте Северодонецкая Юбилейная; 2% – на сортах Бирюза и Губернатор Дона; 3% – на сортах Мироновская 808, Московская 39, Поволжская 86; 4% – на сортах Волжская К, Скипетр, Донская Лира, Синтетик; 5% – на сорте Московская 56.

Подобная ситуация складывалась на сортах яровой пшеницы. Вид *S. tritici* имел встречаемость 72% на сорте яровой мягкой пшеницы Гранни; 77% – на сорте Воронежская 12; 78% – на сорте Фаворит; 83% – на сортах Дарья, Тулайковская 10; 84% – на сорте Л 503. На сортах яровой твердой пшеницы вид *S. tritici* имел частоту 74% на сорте Оренбургская 10; 75% – на сорте Валентина; 77% – на сорте Безенчукская 182; 80 и 81% – на сортах Краснокутка 10 и Донская Элегия.

1. Патогенный комплекс септориозных пятнистостей на районированных сортах озимой мягкой пшеницы (средние показатели за 2011–2017 гг.)

1. Pathogen complex of Septoria spots on the zoned winter soft wheat varieties (average in 2011–2017)

№ п/п	Сорт пшеницы	Общая степень поражения септориозом листовой пластины, %	Частота видов возбудителей септориоза, %		
			<i>S. tritici</i>	<i>S. nodorum</i>	<i>S. avenae</i>
1	Мироновская 808	56,7±20,3	85±16,96	12±12,9	3±4,64
2	Московская 39	43,9±36,6	90±8,88	8±5,92	3±3,5
3	Московская 56	42,1±17,3	81±12,73	15±9,06	5±4,11
4	Губернатор Дона	46,0±37,0	88±12,26	10±9,07	2±3,42
5	Северодонецкая Юбилейная	45,3±19,7	90±7,84	9±7,15	1±1,64
6	Волжская К	40,4±17,5	84±11,86	12±7,92	4±4,37
7	Поволжская 86	45,1±18,8	89±10,39	8±8,15	3±3,85
8	Скипетр	51,7±34,9	80±13,74	16±11,26	4±3,38
9	Донская Лира	39,6±14,9	73±13,07	22±11,93	4±2,23
10	Бирюза	41,4±29,9	80±12,37	18±11,43	2±1,75
11	Синтетик	55,3±21,9	80±15,6	16±11,37	4±4,6
Среднее значение		41,6±24,4	83,6±5,39	13,3±4,52	3,1±1,17
НСР ₀₅		32,26	31,69	24,91	8,97

2. Патогенный комплекс септориозных пятнистостей на районированных сортах яровой мягкой пшеницы (средние показатели за 2011–2017 гг.)

2. Pathogen complex of Septoria spots on the zoned spring soft wheat varieties (average in 2011–2017)

№ п/п	Сорт пшеницы	Общая степень поражения септориозом листовой пластины, %	Частота видов возбудителей септориоза, %		
			<i>S. tritici</i>	<i>S. nodorum</i>	<i>S. avenae</i>
1	Дарья	54,3±14,5	83±16,17	16±14,9	1±3,06
2	Тулайковская 10	29,3±46,7	83±12,0	13±9,95	3±2,66
3	Воронежская 12	54,3±14,5	77±21,69	17±14,83	6±7,71
4	Фаворит	23,6±31,7	78±15,02	17±12,24	5±4,12
5	Л 503	27,9±20,4	84±17,52	10±10,23	6±7,95
6	Гранни	45,7±17,2	72±12,75	22±12,05	5±3,83
Среднее значение		39,2±24,2	79,6±4,68	15,8±4,07	4,5±1,97
НСР ₀₅		18,33	30,44	23,54	10,04

3. Патогенный комплекс септориозных пятнистостей на районированных сортах яровой твердой пшеницы (средние показатели за 2011–2017 гг.)

3. Pathogen complex of Septoria spots on the zoned spring durum wheat varieties (average in 2011–2017)

№ п/п	Сорт пшеницы	Общая степень поражения септориозом листовой пластины, %	Частота видов возбудителей септориоза, %		
			<i>S. tritici</i>	<i>S. nodorum</i>	<i>S. avenae</i>
1	Безенчукская 182	34,3±28,46	77±15,66	16±10,85	7±4,83
2	Валентина	32,9±33,86	75±16,9	19±11,75	5±5,42
3	Донская Элегия	31,4±50,07	81±17,56	16±14,15	3±4,52
4	Краснокутка 10	37,9±23,94	80±10,99	15±7,15	5±4,07
5	Оренбургская 10	17,1±0,75	74±22,03	19±15,65	7±6,90
Среднее значение		30,7±35,42	77,3±2,73	17±1,67	5,3±1,51
НСР ₀₅		20,11	29,2	21,05	10,13

Вид *S. nodorum* имел следующую частоту на сортах яровой мягкой пшеницы: 16% – на сорте Дарья; 17% – на сортах Воронежская 12 и Фаворит; 22% – на сорте Гранни. Был отмечен реже на сортах Л 503 и Тулайковская 10 – 10 и 13% соответственно. На сортах яровой твердой пшеницы вид имел встречаемость 15% на сорте Краснокутка 10; 16% – на сортах Безенчукская 182 и Донская Элегия. Чаше отмечался на сортах Валентина и Оренбургская 10. На этих сортах частота вида *S. nodorum* составила 19%.

На сортах яровой мягкой пшеницы Воронежская 12 и Л 503 отмечалось сходство встречаемости вида *S. avenae* (по 6% соответственно); также отмечено сходство показателя на сортах Гранни и Фаворит (по 5% соответственно). Реже встречался данный вид на сортах Дарья (1%) и Тулайковская 10 (3%).

На сорте яровой твердой пшеницы Донская Элегия частота вида *S. avenae* составила 3%, на сортах Валентина и Краснокутка 10 – 5%; на сортах Безенчукская 182 и Оренбургская 10 – 7%.

Распространение септориозных пятнистостей пшеницы в ЦЧР, по-видимому, обусловлено благоприятными климатическими факторами для их развития. Так, согласно литературным данным, оптимальная температура для вида *S. tritici* составляет от +16 до

+25 °C (Eyal et al., 1987), а для *S. nodorum* – от +12 до +26 °C (Shipton et al., 1971; Babodoost and Herbert, 1984). В распространении септориоза имеют большое значение умеренно холодная зима и теплое лето с достаточной увлажненностью.

На протяжении 7 лет (с 2011 по 2017 г.), проводили оценку восприимчивости растений пшеницы к септориозу и сбор образцов пораженных растений.

По частоте каждого вида возбудителя и пораженности растений септориозом оценивали степень поражения сорта отдельным видом патогена. Полученные результаты представлены в таблицах 1–3 и на рисунках 1–3.

Показатель общей степени поражения септориозом листовой пластины на сортах озимой мягкой пшеницы варьировал от 39,6% на сорте Донская Лири до 56,7% на сорте Мироновская 808. Вид *S. tritici* имел наибольшую частоту на озимых сортах: от 73% на сорте Донская Лири до 90% на сортах Московская 39 и Северодонецкая Юбилейная. Поэтому показатель средней степени поражения листовой пластины сортов озимой мягкой пшеницы видом *S. tritici* имел существенное значение в патогенном комплексе септориозных пятнистостей. Он изменялся от 28,9 из 39,6% на сорте Донская Лири до 48,3 из 56,7% на сорте Мироновская 808.

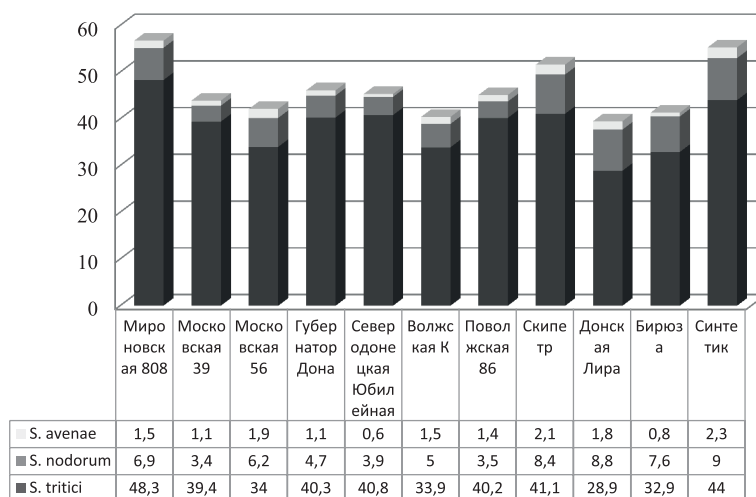


Рис. 1. Степень поражения каждым видом септориоза листовой пластины сортов озимой мягкой пшеницы (за период 2011–2017 гг.), %

Fig. 1. Incidence degree of every Septoria species on a winter soft wheat leaf blade (2011–2017), %

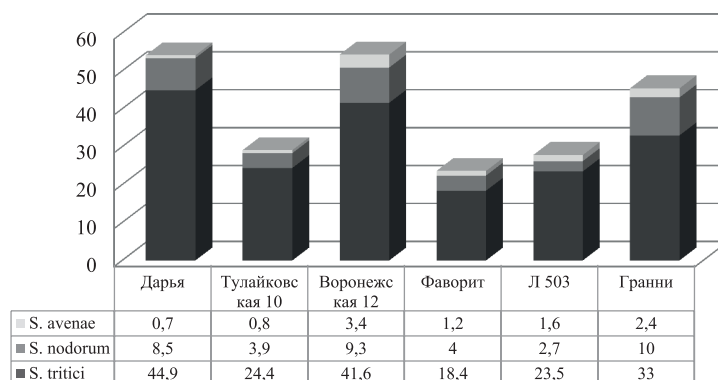


Рис. 2. Степень поражения каждым видом септориоза листовой пластины сортов яровой мягкой пшеницы (за период 2011–2017 гг.), %

Fig. 2. Incidence degree of every Septoria species on a spring soft wheat leaf blade (2011–2017), %

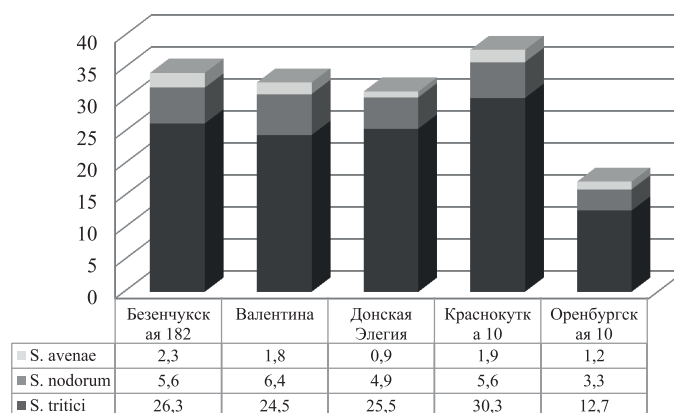


Рис. 3. Степень поражения каждым видом септориоза листовой пластины сортов яровой твердой пшеницы (за период 2011–2017 гг.), %

Fig. 3. Incidence degree of every *Septoria* species on a spring durum wheat leaf blade (2011–2017), %

Первые симптомы септориоза, вызванного видом *S. tritici*, обнаруживались в фазу кущения растений (ф. 25). Степень поражения, как правило, была незначительной – в пределах 3–5%. Этот факт объясняется лучшей сохранностью патогена в межвегетационный период по сравнению с другими видами (Санин и др., 2017). По литературным данным и нашим многолетним наблюдениям, основным источником весенней инфекции септориоза на посевах озимой пшеницы являются пораженные растения с осени. Гриб сохраняется в виде мицелия, пикнид с пикноспорами и перитециев с сумкоспорами, содержащими аскоспоры. Нарастание заболевания наблюдали, начиная с фазы формирования флага листа, и болезнь достигала максимума в фазе молочной спелости (ф. 70) с интенсивностью поражения растения на 40–80%. Вид *S. nodorum* регистрировался в фазе молочной спелости растений (ф. 70). Он занимал второе место в патогенном комплексе септориозных пятнистостей. Вид *S. avenae* отмечался к концу вегетации растений (ф. 89). Степень поражения растений видом *S. nodorum* в среднем варьировала от 3,4% на сорте Московская 39 до 9% на сорте Синтетик; видом *S. avenae* – от 0,6% на сорте Северодонецкая Юбилейная до 2,3% на сорте Скипетр. Поэтому данные виды существенного влияния на формирование урожая озимой пшеницы в годы проведенных исследований не оказывали.

Озимая пшеница служит источником инфекции септориоза для яровых сортов. Пикноспоры высвобождаются из пикнид и распространяются при наличии капельножидкой влаги в ветреную и сырую погоду, в утренние и вечерние часы – при наличии обильной росы. В первой половине вегетации яровой пшеницы на собранных образцах возбудители септориоза обычно не выявлялись (фазы кущения и трубкования). После начала колошения наблюдалось интенсивное развитие вида *S. tritici*, имевшего частоту встречаемости на яровой мягкой пшенице от 72 (сорт Гранни) до 84% (сорт Л 503). При этом степень поражения листовой пластины видом *S. tritici* была самой высокой из изученных сортов яровой мягкой пшеницы: Дарья – 44,9% и Воронежская 12 – 41,6%. Сорт Фаворит имел наименьшую степень поражения видом *S. tritici* – 18,4%.

Подобная ситуация наблюдалась и на сортах яровой твердой пшеницы, находящихся в испытании. Сорт Оренбургская 10 поражался септориозом в меньшей степени (17,1%); степень поражения сорта Краснокутка 10 составила 37,9%, что превысило показатели остальных сортов яровой твердой пшеницы, но было ниже, чем у озимых сортов. При этом показатель средней степени поражения листовой пластины видом *S. tritici* на сорте Оренбургская 10 составил 12%, на сорте Краснокутка 10 – 30,3%.

Следует отметить, что сорта озимой мягкой пшеницы и яровой мягкой пшеницы сильнее поражались септориозом, чем яровые твердые. Так, общая степень поражения септориозом листовой пластины среди сортов озимой мягкой пшеницы составила 41,6%; среди сортов яровой мягкой пшеницы – 39,2%; среди сортов яровой твердой пшеницы – 30,7%.

Виды *S. nodorum* и *S. avenae* имели существенно низкие показатели встречаемости и средние степени поражения листовой пластины.

Яровые сорта пшеницы несколько сильнее поражались видом *S. nodorum* по сравнению с озимыми сортами, а твердая пшеница – по сравнению с мягкой. Встречаемость вида *S. nodorum* на изученных сортах озимой мягкой пшеницы составила 13,3%; на сортах яровой мягкой пшеницы – 15,8%; на сортах яровой твердой пшеницы – 17%.

Выводы. Таким образом, для изучения влияния возбудимых сортов пшеницы на частоту встречаемости видов возбудителей септориоза в течение 2011–2017 гг. были проведены исследования с использованием модельных экспериментов без применения фунгицидов на хорошем естественном инфекционном фоне.

Показано, что возбудителями септориоза озимой и яровой пшеницы в условиях Центрально-Черноземного региона РФ являются три вида: *Septoria tritici* Rob. et. Desm., *Stagonospora avenae* f. sp. triticea Jons. и *Stagonospora nodorum* (Berk) Castellani & E. G. Germano. Частота встречаемости доминирующего вида *S. tritici* составляла 72–90%; *S. nodorum* – 10–22%; *S. avenae* – 1–7% в зависимости от сорта-хозяина.

Выявлено влияние вида и сорта-хозяина на частоту встречаемости видов септориоза.

Библиографические ссылки

1. Павлов И. Ф., Родин К. И., Шуровенков Ю. Б., Ченкин А. Ф. Методика учета и прогноза развития вредителей и болезней полевых культур в Центрально-Черноземной полосе / под ред. А. И. Лахидова. 2-е изд. Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд-во, 1976. 136 с.
2. Пахолкова Е. В., Акимов Е. А., Санин С. С., Гудвин С. Б. Особенности эпидемиологии видов *Septoria* на озимой пшенице в Центральном районе РФ // 50 лет на страже продовольственной безопасности страны: юбилейный сб. трудов. Большие Вяземы, 2008. С. 347–357.

3. Пахолкова Е. В., Сальникова Н. Н., Куркова Н. А. Эпидемиологические особенности возбудителей септориоза пшеницы *Z. tritici* и *P. nodorum* // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: мат. Международной конференции (Большие Вяземы Московской области, 13–17 ноября 2017 г.). Большие Вяземы, 2017. Вып. 8. С. 74–81.
4. Пидопличко Н. М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Пикнидиальные грибы. Киев: Наукова думка, 1978. Т. 3. 232 с.
5. Санин С. С., Пахолкова Е. В., Карлова Л. В. и др. Влияние погодных факторов на представленность *S. tritici* и *S. nodorum* в популяции возбудителей септориоза озимой пшеницы // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: мат. Междунар. конференции (Большие Вяземы Московской области, 13–17 ноября 2017 г.). Большие Вяземы, 2017. Вып. 8. С. 81–85.
6. Санин С. С. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений). Рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех»: Колос, 2002. 138 с.
7. Babodoost M., Hebert T. T. Factors affecting infection of wheat seedling by *Septorianodorum* // *Phytopathology*. 1984. Vol. 74(5). Pp. 592–595.
8. Eyal Z., Scharen A. L., Prescott J. M., Van Ginkel M. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Management // CIMMYT. Mexico, D. F., 1987.
9. Shipton W. A., Boyd W. R. J., Rosielle A. A., Shearer B. I. The common septoria diseases of wheat // *Bot. Rev.* 1971. Vol. 37. Pp. 231–262.

References

1. Pavlov I. F., Rodin K. I., Shurovenkov Yu. B., Chenkin A. F. Metodika uchyota i prognoza razvitiya vreditelej i boleznej polevyh kul'tur v Central'no-Chernozemnoj polose [Methods of accounting and forecasting of pests and diseases development among field crops in the Central Blackearth area] / pod red. A. I. Lahidova. 2-e izd. Voronezh: Central'no-Chernozomyonoe kn. izd-vo, 1976. 136 s.
2. Paholkova E. V., Akimova E. A., Sanin S. S., Gudvin S. B. Osobennosti epidimologii vidov Septoria na ozimoy pshenice v Central'nom rajone RF [Features of the epidemiology of Septoria on winter wheat in the Central region of RF] // 50 let na strazhe prodovol'stvennoj bezopasnosti strany: yubilejnyj sb. trudov. Bol'shie Vyazyomy, 2008. S. 347–357.
3. Paholkova E. V., Sal'nikova N. N., Kurkova N. A. Epidemiologicheskie osobennosti vzbuditelej septorioza pshenicy *Z. tritici* i *P. nodorum* [Epidemiological features of the wheat pathogens *Septoria Z. tritici* and *P. Nodorum*] // Epidemii boleznej rastenij: monitoring, prognoz, kontrol': mat. Mezhdunar. konferencii (Bol'shie Vyazyomy Moskovskoj oblasti, 13–17 noyabrya 2017 g.). Bol'shie Vyazyomy, 2017. Vyp. 8. S. 74–81.
4. Pidoplichko N. M. Griby-parazity kul'turnyh rastenij. Opredelitel'. Piknidial'nye griby [Funguses are pests of cultivated plants. Determinant. Pycnidial fungi]. Kiev: Naukova dumka, 1978. T. 3. 232 s.
5. Sanin S. S., Paholkova E. V., Karlova L. V. i dr. Vliyanie pogodnyh faktorov na predstavlenost' *S. tritici* i *S. nodorum* v populyacii vzbuditelej septorioza ozimoy pshenicy [The impact of weather factors on the representation of *S. tritici* and *S. nodorum* in the population of winter wheat Septoria pathogens] // Epidemii boleznej rastenij: monitoring, prognoz, kontrol': mat. Mezhdunar. konferencii (Bol'shie Vyazyomy Moskovskoj oblasti, 13–17 noyabrya 2017 g.). Bol'shie Vyazyomy, 2017. Vyp. 8. S. 81–85.
6. Sanin S. S. Fitosanitarnaya ekspertiza zernovyh kul'tur (bolezni rastenij) [Phytosanitary examination of grain crops (plant diseases)]. Rekomendacii. M.: FGNU "Rosinformagrotekh": Kolos, 2002. 138 s.
7. Babodoost M., Hebert T. T. Factors affecting infection of wheat seedling by *Septorianodorum* // *Phytopathology*. 1984. Vol. 74(5). Pp. 592–595.
8. Eyal Z., Scharen A. L., Prescott J. M., Van Ginkel M. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Management // CIMMYT. Mexico, D. F., 1987.
9. Shipton W. A., Boyd W. R. J., Rosielle A. A., Shearer B. I. The common septoria diseases of wheat // *Bot. Rev.* 1971. Vol. 37. Pp. 231–262.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.